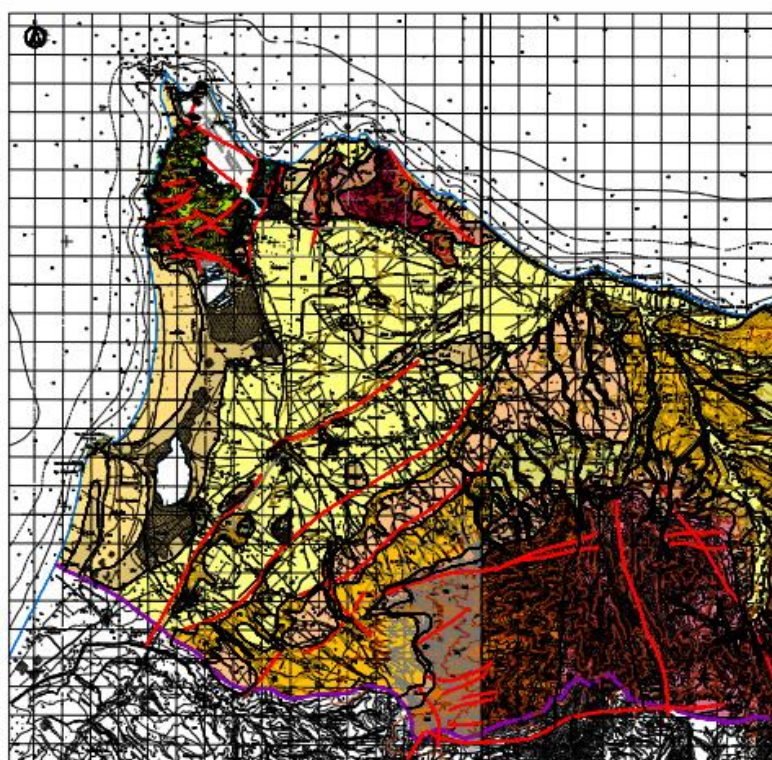


**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ  
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΔΙΝΗΣ ΖΩΝΗΣ  
ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗΣ ΑΧΑΪΑΣ**



**ΓΟΥΛΙΑ ΗΛΕΚΤΡΑ Α.Μ 400020**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**Δρ. ΕΥΘΥΜΙΟΣ ΛΕΚΚΑΣ**

**ΑΘΗΝΑ 2017**



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΣΥΝΟΨΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ- ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	
2.1 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	2
2.2 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	4
3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	
3.1 ΓΕΝΙΚΑ- ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	8
3.2 ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	14
4. ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ- ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	
4.1 ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ	19
4.2 ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	20
5. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ-ΚΛΙΜΑ	
5.1 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ	23
5.2 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	24
5.3 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ	28
5.4 ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ	29
5.5 ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗ	31
5.6 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ	33
5.7 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ	34
6. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ- ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ	
6.1 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ	36
6.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΥΔΡΟΦΟΡΙΑΣ	39
6.3 ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ-ΑΠΟΓΡΑΦΗ ΣΗΜΕΙΩΝ	40
7. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ	
7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	43
7.2 ΚΥΡΙΑ ΧΗΜΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΟΥ ΝΕΡΟΥ	43
7.3 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	45
7.4 ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ	47
7.5 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	49
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	
8.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	54
8.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ	55

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

57

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΧΑΡΤΕΣ ΕΚΤΟΣ ΚΕΙΜΕΝΟΥ

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του τμήματος ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ στο τομέα της Δυναμικής Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Τεχνολογίας. Η εργασία ανατέθηκε από κ. Δρ. Ευθύμιο Λέκκα, Καθηγητής Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας & Διαχείρισης Φυσικών Καταστροφών στον Τομέα Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας του τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Η εργασία έγινε με την καθοδήγηση του κ. Σταυρόπουλου Ξενοφώντα Δρ. Υδρογεωλόγου και την επίβλεψη της κ. Τζίμα Μαρίας, M.sc. Υδρογεωλόγο στους οποίους εκφράζω τις θερμές μου ευχαριστίες για την βοήθειά τους στη συγκέντρωση βιβλιογραφικών στοιχείων, για τις πολύτιμες συμβουλές τους κατά την ανάπτυξη των κειμένων και για το αμέριστο ενδιαφέρον τους και την ηθική συμπαράσταση τους που παρείχαν σε όλα τα στάδια της μελέτης.

Η εργασία αυτή αφιερώνεται στην οικογένεια μου, για την συμπαράσταση, κατανόηση και υποστήριξη που μου έχουν προσφέρει.

## ΣΥΝΟΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας μελετώνται οι υδρογεωλογικές συνθήκες της ΒΔ Πελοποννήσου. Η περιοχή αποτελείται από αποθέσεις του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς με μικρές εμφανίσεις αλπικών σχηματισμών της Ιόνιας ζώνης.

Χαρακτηριστικό μορφολογικό στοιχείο της περιοχής που διεξάγεται η έρευνα είναι η υδρολογική λεκάνη του Λαρισού ποταμού, οι τρεις λιμνοθάλασσες Καλόγρια, Πρόκοπος, Λάμια και το δάσος της Στροφυλιάς.

Οι μεταλλικές αποθέσεις αποτελούνται από υδροπερατά, ημιπερατά και υδροστεγανά στρώματα και η υπόγεια υδροφορία αναπτύσσεται με τη μορφή επάλληλων υπό πίεση ή μερικώς υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων στους προσχωματικούς σχηματισμούς, δηλαδή στις υδροπερατές φάσεις των Τεταρτογενών και Νεογενών αποθέσεων. Το νερό της βροχής είναι η κύρια πηγή τροφοδοσίας των υδροφόρων οριζόντων διαμέσου των υπερκείμενων τεταρτογενών αποθέσεων και από τις κοίτες του δικτύου ρευμάτων.

Στην περιοχή μελέτης μετρήθηκαν 10 υδρογεωτρήσεις με μέγιστο βάθος 200,00 m και ελάχιστο μικρότερο από 45,00 m, στις οποίες πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στάθμης. Η μέγιστη πιεζομετρική στάθμη εντοπίστηκε στα 111,6 m και η ελάχιστη στα -4,8 m. Από τις 10 γεωτρήσεις οι 4 χρησιμοποιούνται για άρδευση. Οι 5 είναι εγκαταλελειμμένες και η μια παραμένει ανεκμετάλλευτη.

Υδροχημικά το μεγαλύτερο ποσοστό των υπόγειων νερών της πεδινής ζώνης που αναπτύσσεται η υδρολογική λεκάνη του Λαρισού χαρακτηρίζονται ως ασβεστιο-οξυανθρακούχα και είναι κατάλληλα για άρδευση με καλή τροφοδοσία και ικανοποιητική ποσιμότητα σε αντίθεση με της χαμηλής πεδινής ζώνης που είναι αρκετά υποβαθμισμένα και είναι ακατάλληλα για ύδρευση και παρουσιάζουν μέτρια έως κακή ποσιμότητα.

Στην περιοχή έρευνας εντοπίζονται υψηλές συγκεντρώσεις θειικών ιόντων, νιτρικών ιόντων και χλωριόντων που οφείλονται, τα μεν νιτρικά στην έντονη αγροτική δραστηριότητα και την αυξημένη χρήση των λιπασμάτων και τα χλωριόντα και θειικά στην υφαλμύριση λόγω υπεράντλησης των υπόγειων υδροφόρων.

Το νερό είναι σημαντικό στοιχείο του φυσικού περιβάλλοντος του ανθρώπου. Η μόλυνση και η ρύπανση των υπόγειων και επιφανειακών νερών οφείλεται στις περισσότερες περιπτώσεις και στο μεγαλύτερο μέρος τους σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Οι δραστηριότητες που αποτελούν τις κυριότερες πηγές ρύπανσης

των νερών είναι αστικής και οικιακής προέλευσης, με στερεά και υγρά απόβλητα, γεωργο – κτηνοτροφικής προέλευσης και βιομηχανικής – βιοτεχνικής προέλευσης.

Τέλος για την προστασία της φυσικής ποιότητας του υδατικού δυναμικού της περιοχής και ειδικότερα για την προστασία των έργων και των πηγών υδροληψίας πρέπει να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα ώστε να εξασφαλισθεί η διατήρηση της ποιότητας των νερών.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιοχή έρευνας αφορά το πεδινό τμήμα της ΒΔ Πελοποννήσου και συγκεκριμένα το τμήμα που οροθετείται από την υδρολογική λεκάνη του Λαρισού ποταμού. Κύριο χαρακτηριστικό της υπό μελέτη περιοχής είναι οι αυξανόμενες απαιτήσεις σε νερό λόγω της έντονης γεωργικής δραστηριότητας και η υποβάθμιση των υπόγειων νερών κυρίως στη χαμηλή πεδινή ζώνη υφαλμύρισης.

Για την μελέτη των υδρογεωλογικών συνθηκών έγιναν οι παρακάτω εργασίες υπαίθρου και γραφείου:

- Απογραφή γεωτρήσεων στη περιοχή με τη βοήθεια χαρτών της γεωγραφικής υπηρεσίας στρατού σε κλίμακα 1:50.000 και 1:5000 και με τη βοήθεια GPS.
- Ψηφιοποίηση των γεωλογικών και τοπογραφικών χαρτών από τα φύλλα του χάρτη του ΙΓΜΕ κλίμακας 1:50.000 “Νέα Μανωλάς” και Αμαλιάς.
- Συγκέντρωση γεωλογικών, υδρογεωλογικών και μετεωρολογικών στοιχείων.
- Μέτρηση του βάθους και της πιεζομετρικής επιφάνειας των απογραφέντων υδρογεωτρήσεων με τη βοήθεια σταθμημέτρου.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ-ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

#### 2.1 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το γεωμορφολογικό ανάγλυφο μιας περιοχής συμβάλλει σημαντικά στη διαμόρφωση των υδρογεωλογικών συνθηκών της. Η δράση του νερού, ο αέρας, η θερμοκρασία, η λιθολογική σύσταση των πετρωμάτων της περιοχής, η τεκτονική τους καταπόνηση και φυσικά η ανθρώπινη παρέμβαση επηρεάζει το ανάγλυφο της εκάστοτε περιοχής. Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής και τα διάφορα υδατικά συστήματα που θα αναπτυχθούν εξαρτώνται άμεσα από την γεωμορφολογική ανάπτυξη της περιοχής.

Η ΒΔ Πελοπόννησος, όπου και γίνεται η μελέτη διακρίνεται από την ορεινή περιοχή με τους ορεινούς όγκους του Παναχαϊκού και Ερυμάνθου να αναπτύσσονται στα ανατολικά, τη λοφώδη περιοχή, τη πεδινή περιοχή, τον κόλπο της Κυλλήνης βορειοδυτικά και βόρεια τον Πατραϊκό κόλπο.

Η λοφώδης περιοχή αποτελείται από το όρος Μαύρα Βουνά, όπου επικρατούν οι ασβεστόλιθοι της Ιόνιας ζώνης. Το ανάγλυφό της είναι απότομο με κρημνώδη πρηνή και έντονη παρουσία ρηγμάτων, διακλάσεων και καρστικές μορφές διάβρωσης.

Η πεδινή περιοχή χαρακτηρίζεται από ήπιο ανάγλυφο, το οποίο με ομαλή και ήπια μετάβαση εξελίσσεται στη λοφώδη και ημιορεινή ζώνη. Η πεδινή ζώνη καταλαμβάνει τη μεγαλύτερη έκταση της περιοχής έρευνας και φθάνει μέχρι τις παρυφές της ημιορεινής και λοφώδους ζώνης. Οριοθετείται στα νοτιοανατολικά μέχρι και την ισοϋψή των 100 m περίπου μετά την οποία αρχίζουν οι παρυφές του όρους Μόβρη. Στα Β-ΒΔ διακόπτεται από μικρούς λοφίσκους και στο υπόλοιπο τμήμα ορίζεται από τις ακτές και τον υδροκρίτη. Η πεδινή περιοχή καλύπτεται από ιζήματα κι αποθέσεις του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς.

Η πεδινή περιοχή χαρακτηρίζεται από πολύ μικρές κλίσεις προς όλες τις διευθύνσεις γι' αυτό και το ανάγλυφό της είναι σχεδόν επίπεδο. Παρ' όλα αυτά στα ΝΑ στις παρυφές του όρους Μόβρη μεταξύ των ισοϋψών 60 m και 100 m οι ποταμοχειμαρώδεις αναβαθμίδες χαρακτηρίζονται από πιο έντονο ανάγλυφο. Τα πλειοπλειστοκαινικά ιζήματα της πεδινής περιοχής καλύπτονται σε αρκετή έκταση από αλλουβιακές αποθέσεις.

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από χαμηλού τύπου ακτών που έχουν σχηματιστεί από μη συμπαγή υλικά, τα οποία έχουν διαβρωθεί από την θαλάσσια δράση και αναπτύσσονται σε βάρος της θάλασσας. Παρ' όλα αυτά στο λόφο Μαύρα Βουνά και στο φλύσχη του λόφου Λάκκα Ντράσα στη Β-ΒΔ πλευρά της περιοχής οι ακτές που σχηματίζονται είναι πιο απότομες.

Στο δυτικό τμήμα η παραλιακή ζώνη χαρακτηρίζεται από ήπιο αμμώδη ανάγλυφο. Έχει ένα μέσο υψόμετρο 5 m και ένα μέσο πλάτος 100 m. Οι ισχυροί δυτικοί και νοτιοανατολικοί άνεμοι έχουν μετακινήσει θαλάσσια άμμο και έχουν σχηματίσει θίνες και αιολικές αποθέσεις. Τα δάσος της Στροφυλιάς σαν φυσικό ανάχωμα έχει περιορίσει τις αμμοθίνες στα σημερινά τους όρια. Η εσωτερική περιοχή πίσω από τις αμμοθίνες έχει ένα μέσο υψόμετρο 1–3 m.

Για το λόγο αυτό τα νερά των βροχοπτώσεων και των επιφανειακών απορροών μη μπορώντας να βρουν διέξοδο προς τη θάλασσα τροφοδοτούν τις λίμνες και σχηματίζουν τις κατακλυζόμενες εκτάσεις. Τέλος στην πεδινή έκταση αναπτύσσονται 3 λιμνοθάλασσες: α) της Καλόγριας, β) του Πρόκοπου, γ) της Λάμιας και ένα από τα μεγαλύτερα δάση της Μεσογείου, το δάσος της Στροφυλιάς (Εικόνα 2.1).



**Εικόνα 2.1: Δάσος Στροφυλιάς**

## **2.2 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ**

Το βασικό γεωμορφολογικό χαρακτηριστικό της πεδινής ζώνης δυτικά της Αχαΐας είναι η υδρολογική λεκάνη του Λαρισού ποταμού, όπου και εντοπίζεται η περιοχή μελέτης. Υπάγεται στο Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου (ΥΔ 02), ένα από τα δεκατέσσερα υδατικά διαμερίσματα στα οποία διαιρέθηκε ο ελληνικός χώρος βάση του Νόμου 1739/1987 (ΦΕΚ 201/Α/20-11-1987). Το Υδατικό Διαμέρισμα περιλαμβάνει τμήματα των περιφερειών Πελοποννήσου, της Δυτικής Ελλάδας και των Ιόνιων νησιών και η έκτασή του υπολογίζεται στα 7396,55 km<sup>2</sup>.

Το Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου αποτελείται από τις Λεκάνες Απορροής Πείρου - Βέργα – Πηνειού, τα Ρέματα Παραλίας Βόρειας Πελοποννήσου, και Κεφαλονιάς – Ιθάκης – Ζακύνθου.

Ο Λαρισός ποταμός είναι ένα από τα πιο σημαντικά ποτάμια τις Λεκάνης Απορροής Πείρου-Βέργα-Πηνειού (GR02000090). Η Λεκάνη Απορροής έχει έκταση 2.4323 km<sup>2</sup> και οριοθετείται ανατολικά από τους ορεινούς όγκους του Παναχαϊκού και του Ερυμάνθου, στα νότια από τους ορεινούς όγκους της Φολόης, Λάμπης και Ερυμάνθου, στα δυτικά από τον πορθμό της Ζακύνθου, στα βορειοδυτικά από τον κόλπο της Κυλλήνης και βόρεια από τον Πατραϊκό κόλπο.

Η λεκάνη απορροής του Λαρισού Ποταμού (Μάννα ρέμα) έχει έκταση 144 km<sup>2</sup> και το μήκος της κύριας κοίτης του είναι 19,52 km. Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου χαρακτηρίζεται από την ακτινωτή διάταξη χειμάρρων, υδατορεμάτων και ποταμοχειμάρρων που διασχίζουν την πεδινή ζώνη και έχουν προέλευση το όρος Μόβρη.

Ο ποταμός Λαρισός αποτελεί τον κυριότερο αποδέκτη των επιφανειακών απορροών της λεκάνης και ο μοναδικός που παρουσιάζει ροή νερού σχεδόν σε όλη τη διάρκεια του έτους.

Ο ανώτερος κορμός του ποταμού αρχίζει από τα ψηλότερα σημεία της νοτιοδυτικής πλευράς του όρους Μόβρη. Συγκεντρώνει τις απορροές χειμάρρων και σε αυτό το τμήμα κυριαρχούν τα φαινόμενα της διάβρωσης, οι σχετικά μεγάλες κλίσεις και οι απότομες πλαγιές.

Ο μέσος κορμός του αρχίζει περίπου από την ισοϋψή των 100 m φθάνει και μέχρι την ισοϋψή των 20 m. Σε αυτό το κομμάτι δέχεται τα νερά μεγάλου αριθμού υδατορεμάτων που συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο μέρος των απορροών του όρους Μόβρη. Η διαδρομή του χαρακτηρίζεται από ελιγμούς, από μικρές κλίσεις και από ομαλές πλαγιές.

Ο κατώτερος κορμός του παρουσιάζει κλίση πολύ ομαλή χωρίς ελιγμούς και σε αυτό το τμήμα υπερिशύει η απόθεση υλικών. Ο ποταμός εκρέει στη λίμνη Πρόκοπος και στις κατακλυζόμενες εκτάσεις που την περιβάλλουν.

Στη περιοχή μελέτης μεταξύ Κάτω Αχαΐας-Μανωλάδας αναπτύσσονται οι λίμνες Λάμια και Πρόκοπος.

Η λίμνη Λάμια επικοινωνεί με τη θάλασσα μέσω τεχνητής τάφρου. Το μέσο πάχος της στοιβάδας του νερού της είναι 0,80 m, η επιφάνεια της είναι 2,04 km<sup>2</sup> και η έκταση της λεκάνης απορροής της είναι 33,94 km<sup>2</sup>. Τροφοδοτείται με νερό από τις βροχοπτώσεις και δέχεται σημαντικό μέρος των απορροών της λεκάνης μέσω των ρεμάτων Ρούσκουλας, Παλούκας και Ούρδικας.

Η λίμνη Πρόκοπος ή Στροφιλιά Μετοχίου βρίσκεται νότια της Καλόγριας και επικοινωνεί με τη θάλασσα μέσω τεχνητής τάφρου με ρυθμιζόμενη εισροή ή εκροή νερού. Η εποχική διακύμανση του πάχους της υδάτινης στοιβάδας της είναι το ελάχιστο 1,80 m και το μέγιστο 2,20 m ενώ το μέγιστο της επιφάνειας της κυμαίνεται από έκταση 1,5 km<sup>2</sup> η μέγιστη και 1,2 km<sup>2</sup> η ελάχιστη. Τροφοδοτείται από τις βροχοπτώσεις και δέχεται το μεγαλύτερο μέρος των απορροών της λεκάνης μέσω του ποταμού Λαρισού. Εδώ γίνεται ιχθυοπαραγωγική εκμετάλλευση και τεχνητή ρύθμιση της εισροής της θάλασσας.

Επίσης βορειοδυτικά της πεδινής περιοχής εντοπίζεται μια από τις σημαντικότερες λιμνοθάλασσες της Λεκάνης απορροής Πηνειού-Βέργα-Πείρου, η λιμνοθάλασσα της Καλόγριας.

Η λιμνοθάλασσα της Καλόγριας (Εικόνα 2.2 (α), 2.2 (β)) ή ιχθυοτροφείο Πάππας επικοινωνεί με την θάλασσα μέσω εκβαθυμένου φυσικού αύλακα στο βόρειο άκρο της στο ακρωτήριο Άραξος και μέσω τεχνητής τάφρου στην ανατολική πλευρά της. Εποχική διακύμανση παρουσιάζουν το πάχος του νερού της με ελάχιστο τα 4,5 m και μέγιστο 5 m. Η επιφάνειά της έχει μέγιστη έκταση 5,63 km<sup>2</sup> και ελάχιστη 4,04 km<sup>2</sup> περίπου. Οι τρόποι με τους οποίους τροφοδοτείται με νερό είναι : α. βροχοπτώσεις, β. οι απορροές μικροχειμάρρων, αριθμός πηγών εκφόρτισης της καρστικής υδροφορίας του λόφου Μαύρα Βουνά, δ. από την τεχνητή ρυθμιζόμενη εισροή της θάλασσας. Στη λίμνη λειτουργεί μονάδα υδατοκαλλιέργειας σύμφωνα με τις ανάγκες της οποίας ρυθμίζεται η εισροή της θάλασσας και η μίξη θαλασσινού- γλυκού νερού.

Το υψόμετρο της επιφάνεια του νερού και των τριών λιμνών-λιμνοθαλασσών κυμαίνεται στο επίπεδο της θάλασσας με τις αντίστοιχες διακυμάνσεις λόγω των παλιρροιών και φυσικά ανάλογα με τη ρύθμιση της επικοινωνίας τους μέσω των τεχνητών τάφρων.

Τέλος στη περιοχή έρευνας σε μια παραλιακή ζώνη μήκους 14 km και έκτασης 19 χιλιάδων στρεμμάτων αναπτύσσεται το δάσος τη Στροφυλιάς, ένα από τα μεγαλύτερα δάση της Μεσογείου. Το δάσος χωρίζει τη λίμνη του Πρόκοπου από το Ιόνιο πέλαγος και αμμώδης λοφίσκοι κατά μήκος της ακτογραμμής φτιαγμένοι με φυσικό τρόπο από το κύμα και τα νερά των θαλάσσιων ρευμάτων λειτουργούν σα φυσικό φράγμα και εμποδίζουν τα νερά των χειμάρρων να βγουν στη θάλασσα. Γι' αυτό το λόγο σχηματίστηκε η λίμνη Πρόκοπου.

Στο δάσος ζουν ζώα και σπάνια είδη όρνιθας και η λίμνη Πρόκοπος με τη λιμνοθάλασσα Πάπας αποτελούν ένα φυσικό ιχθυοτροφείο για χέλια , λαβράκια και κέφαλους. Στη λίμνη υπάρχει και παρατηρητήριο πουλιών.

Το ενιαίο αυτό οικοσύστημα αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς βιότοπους της Ελλάδας και προστατεύεται από τη συνθήκη Ραμσάρ (1971). Επίσης ανήκουν στο δίκτυο ΦΥΣΗ 2000. Στην ευρύτερη περιοχή τη λεκάνης υφίσταται ο Φορέας Διαχείρισης Υγροτόπων Κοτυχίου–Στροφυλιάς για τη διοίκηση και διαχείριση της προστατευόμενης περιοχής με σκοπό τη διατήρηση της οικολογικής αξίας και την αειφόρο ανάπτυξη της.

Παρ' όλα αυτά η ισορροπία του οικοσυστήματος απειλείται από τις συνεχείς αποξηράνσεις και επεκτάσεις στο εσωτερικό του που γίνονται για την απόκτηση πρόσθετων εκτάσεων καλλιεργήσιμης γης και από την γενικότερη έλλειψη λήψης εφαρμογής μέτρων προστασίας του.



**Εικόνα 2.2 (α): Λιμνοθάλασσα της Καλόγριας**



**Εικόνα 2.2 (β): Λιμνοθάλασσα της Καλόγριας**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>**

### **ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ**

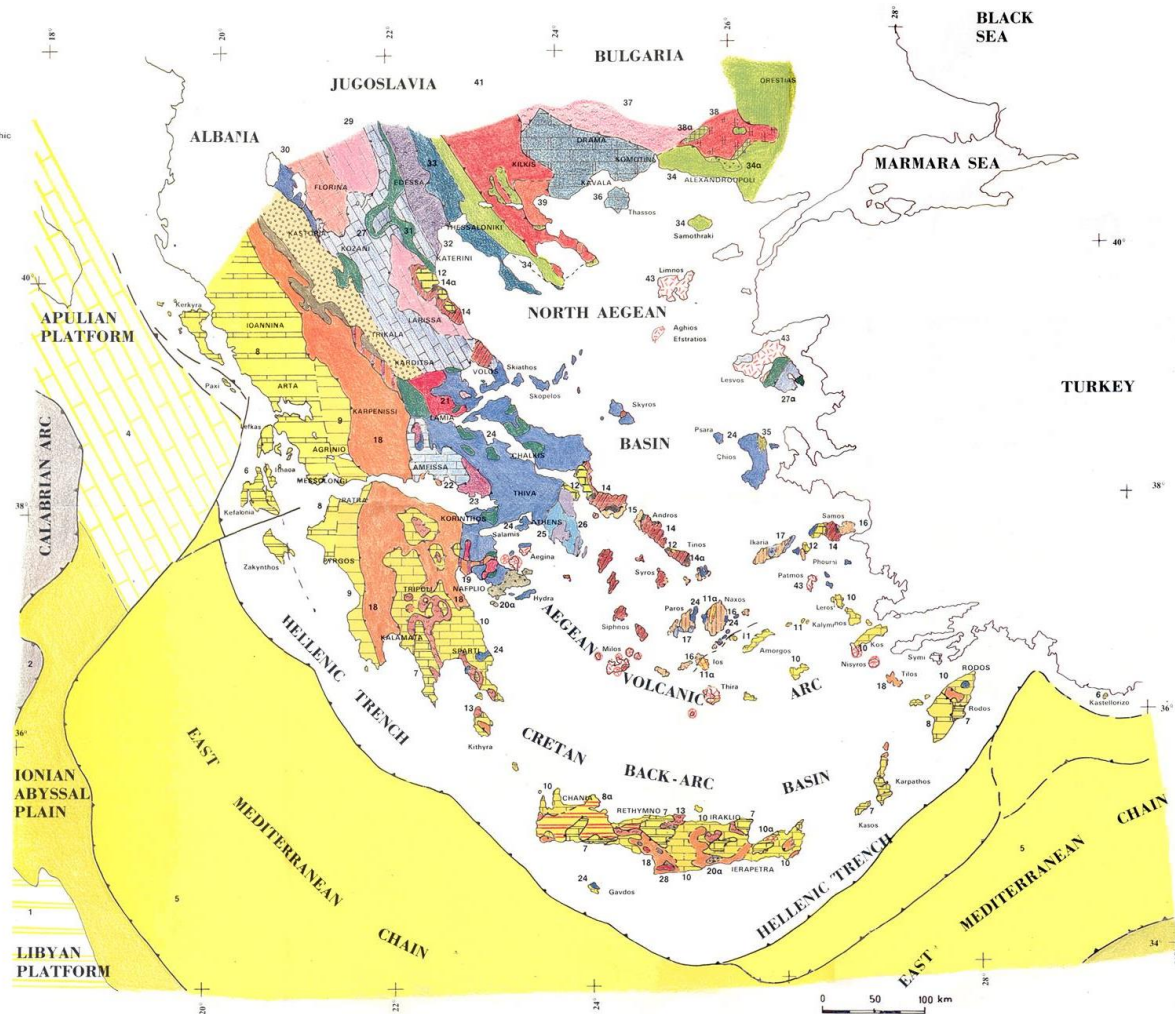
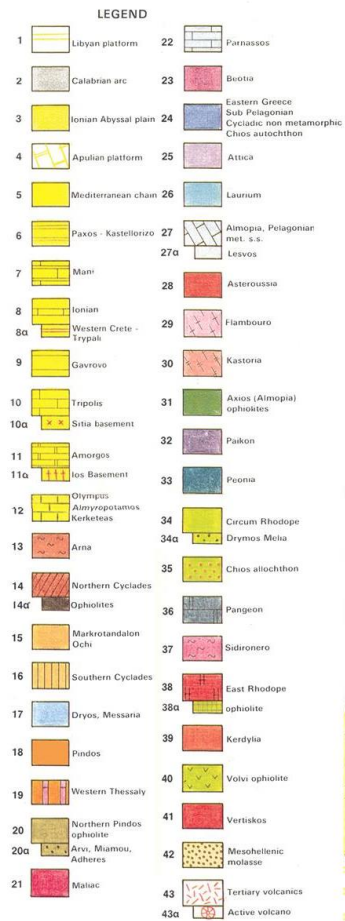
#### **3.1 ΓΕΝΙΚΑ-ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ**

Η Ελλάδα αποτελεί χαρακτηριστικό τμήμα του Αλπικού ορογενετικού συστήματος και της Νέο-Ευρώπης, αποτελώντας συνέχεια της ορογενετικής αλυσίδας των Άλπεων, που διαμέσου των επιμέρους οροσειρών (Δειναρίδες, Ελληνίδες, Ταυρίδες Ιρανίδες, Αφγανίδες) καταλήγει στο ορεινό συγκρότημα των Ιμαλαίων. Πρόκειται για την μια από τις δύο κύριες ορεινές αλυσίδες του αλπικού συστήματος η οποία περιλαμβάνει τις υψηλότερες κορυφές του κόσμου και η οποία είναι το αποτέλεσμα της σύγκρουσης δύο πλακών με ηπειρωτικό φλοιό, της Ευρασίας προς βορρά και των τεμαχών της πρώην Γκοντβάνας προς Νότο.

Οι Ελληνίδες (όρος που καθιέρωσε ο KOBER το 1928), ανήκουν στο νότιο κλάδο του αλπικού συστήματος της Τηθύως. Οι Ελληνίδες διακρίνονται στις εσωτερικές και εξωτερικές. Οι εσωτερικές έχουν συμμετάσχει και στην παλαιοαλπική και στην Αλπική ορογένεση, ενώ οι εξωτερικές εληνίδες συμμετείχαν μόνο στην αλπική ορογένεση και έχουν συνεχείς στρωματογραφικές στήλες και εμφανίζονται σήμερα στην περιφέρεια του τόξου (Εικόνα 3.1).

**GEOTECTONIC MAP OF GREECE**

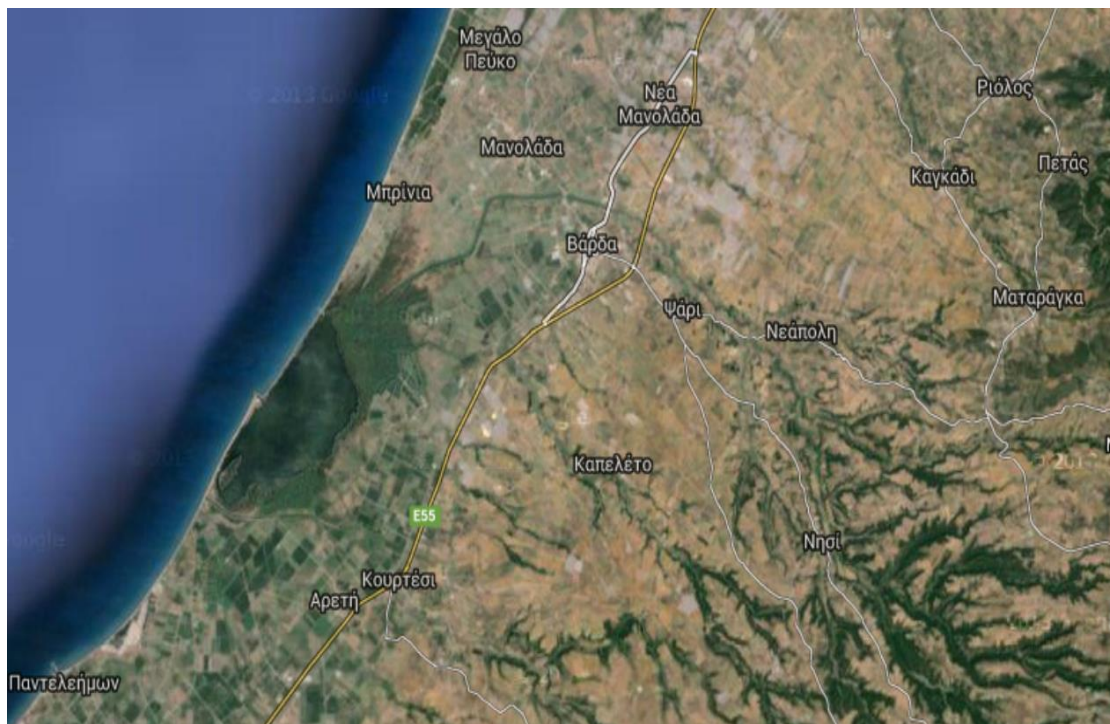
by DIM. J. PAPANIKOLAOU  
(Department of Geology, University of Athens)



Special Publication N. 1, Geological Society of Greece  
I.G.P. Project No 276, Newsletter No 1, 1989.

Εικόνα 3.1: Γεωτεκτονικός Χάρτης Ελλάδας κλίμακα 1:100.000 (σε προσαρμογή). ( Πapanikolaou et al)





Εικόνα 3.2: Περιοχή έρευνας ( Πηγή Google Maps)

Στην περιοχή μελέτης (Εικόνα 3.2) συναντάται η Ιόνια ενότητα που ανήκει στις εξωτερικές Ελληνίδες. Η **Ιόνια ενότητα** περιορίζεται στα Ιόνια νησιά, στην Ήπειρο, τη Δ. Στερεά, τη ΒΔ Πελοπόννησο και τη Ρόδο. Η συγκεκριμένη ενότητα στην περιοχή μελέτης εμφανίζεται από το ακρωτήριο Άραξος μέχρι το νότιο μέρος των ακτών της Κυλλήνης. Ανατολικά της Ιόνιας ζώνης και επωθημένη σε αυτήν βλέπουμε την ενότητα **Γαβρόβου –Τρίπολης**.

Στη ΒΔ Πελοπόννησο, σύμφωνα με πληροφορίες από τις σεισμικές έρευνες της περιοχής, η επώθηση πραγματοποιείται κατά μήκος της γραμμής, με διεύθυνση Β-Ν που ενώνει την Κάτω Αχαΐα με τα χωριά Πόρτες και Σανταμέρι, στις δυτικές παρυφές του όρους Σκόλλης. Στην περιοχή μελέτης καταλαμβάνει το κεντρικό τμήμα ανατολικά της Ιόνιας.

Από τους συγγραφείς που κατά καιρούς ασχολήθηκαν με τους αλπικούς σχηματισμούς της ΒΔ Πελοποννήσου πρώτος ο Α. PHILLIPSON (1882) θέτει τις βάσεις προσέγγισης των γεωλογικών τους συνθηκών και της στρωματογραφίας τους.

Ο J. AUBOUIN (1958), μελετά την στρωματογραφία της Αδριατικοϊονίου και την παλαιογεωγραφική και τεκτονική εξέλιξη της Πελοποννήσου και δέχεται ότι η ζώνη Γαβρόβου αποτελεί την προς τα δυτικά προέκταση της ζώνης της Τρίπολης.

Ο L. AUBOUIN και ο J. BRCOURT (1962), αναφερόμενοι στην στρωματογραφία των ανθρακικών ιζημάτων της ΒΔ Πελοποννήσου εντάσσουν τους ασβεστόλιθους του λόφου Μαύρα Βουνά στην Ιόνιο ζώνη. Οι ασβεστόλιθοι χαρακτηρίζονται ως πελαγικοί και μικρολατυποπαγείς με ηλικία Ανώτερο Κρητιδικό- Ηώκαινο.

Ο J. DERCOURT (1964), μελετά τους αλπικούς σχηματισμούς της ΒΔ Πελοποννήσου και παρατηρεί ότι ο σχηματισμός των ανθρακικών ιζημάτων του λόφου Μαύρα Βουνά παρουσιάζει σχήμα αντικλίνου ελαφρά βυθισμένου με διεύθυνση Β-Ν. Χαρακτηρίζει εντυπωσιακή την απουσία έστω και υπολειμμάτων του φλύσχη πάνω από τους ασβεστόλιθους.

Ο Η. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ (1975) αναφέρει ότι ο φλύσχη των ζωνών Γαβρόβου – Τρίπολης και της Ιόνιας παρουσιάζουν τόσες ομοιότητες με αποτέλεσμα να είναι δύσκολος ο διαχωρισμός των σχηματισμών αυτών.

Ο Γ. ΚΑΜΠΕΡΗΣ (1987), χρησιμοποιώντας στοιχεία βαθιών γεωτρήσεων και πληροφορίες από σεισμικά προφίλ, οδηγείται στο συμπέρασμα ο φλύσχη της Ιονίου ζώνης διασώζεται μόνο στις βαθύτερες περιοχές της λεκάνης Κάτω Αχαΐας ενώ το πάχος του είναι μικρότερο από 400 m όσο και το σωζόμενο πάχος της εμφάνισης στο λόφο Λάκκα Ντράσα.

Οι αλπικοί σχηματισμοί της Ιόνιας ενότητας είναι οι εξής (Εικόνα 3.3):

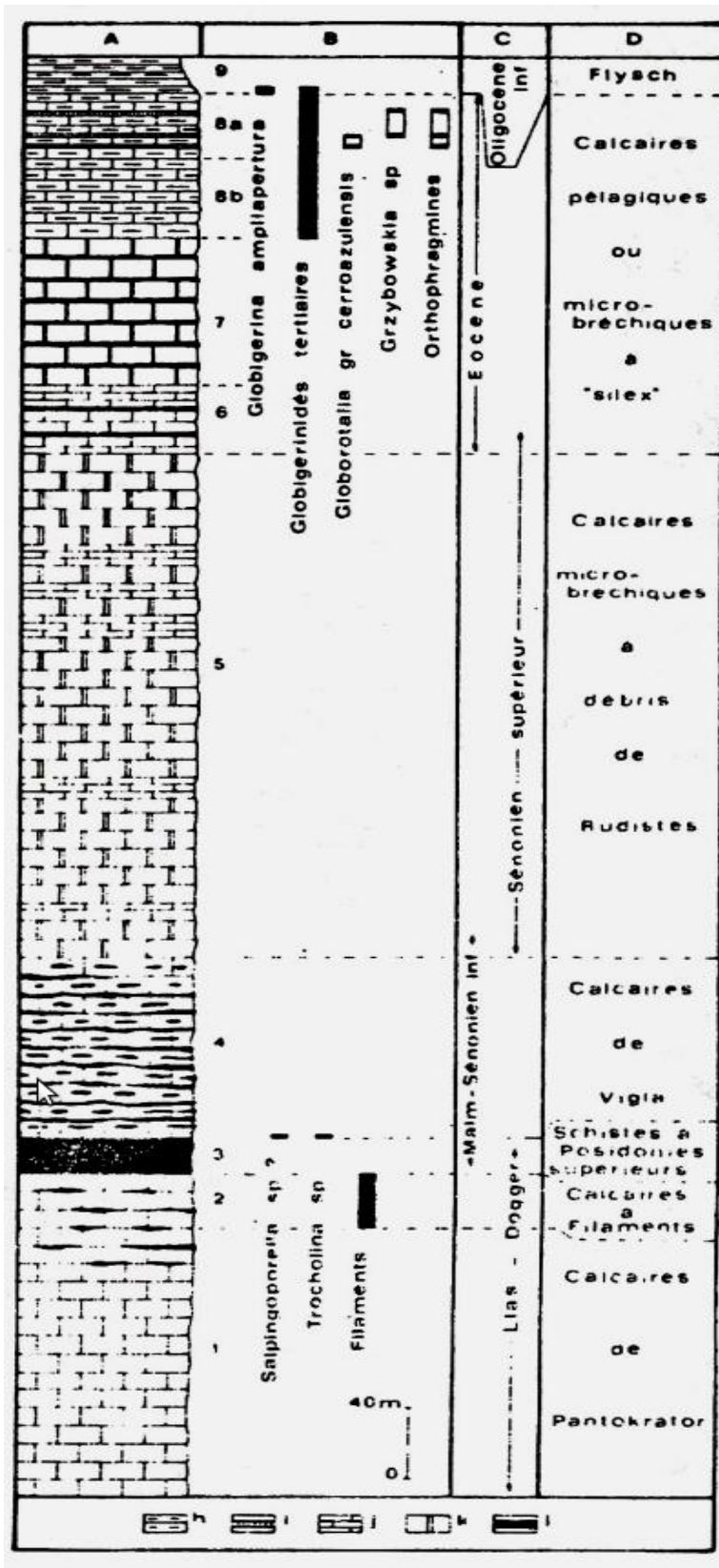
➤ **ΦΛΥΣΧΗΣ (fi)** : Εναλλαγές λεπτών διαστρώσεων ανοικτοφαιών αργιλών, ψαμμιτών και μαργών. Στο ανώτερο τμήμα του συναντώνται στρώματα χονδρόκοκκων ψαμμιτών και ψηφίτοπαγών πάχους 1-2 m. Η ηλικία τους είναι περιόδου Ηωκαίνου. Στο ΒΔ τμήμα της περιοχής μελέτης συναντάται στη περιοχή του λόφου Λάκκα Ντράσα με ένα πάχος 200 m.

➤ **ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ (Pc-Eik)** : Λευκοί έως ανοικτοφαιοί, στρωματώδεις έως μεσοστρωματώδεις, μικρολατυποπαγείς, βιοκλαστικοί, ενίοτε θρομβώδεις με ενστρώσεις λεπτόκοκκων πελαγικών ασβεστόλιθων με πυριτιόλιθους. Η ηλικία τους είναι κατώτερο Ηώκαινο-Παλαιόκαινο. Εμφανίζονται στη νοτιανατολική πλευρά του λόφου Μαύρα Βουνά με ένα πάχος 150 m.

➤ **ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗ ΣΕΙΡΑ (Ks.k)** : Λευκοί έως ανοικτοφαιοί ασβεστόλιθοι. Στη βάση της σειράς υπάρχουν ασβεστόλιθοι χωρίς

απολιθώματα. Από κάτω προς τα πάνω συναντώνται ωολιθικοί ασβεστόλιθοι με θραύσματα εχινόδερμων και μικρά τρηματοφόρα, πελαγικοί ασβεστόλιθοι με ακτινόζωα και μικρολατυπογείς θρομβώδεις βιοκλαστικοί ασβεστόλιθοι με θραύσματα Ρουδιστών, στρωματώδεις έως λεπτοστρωματώδεις με λεπτές ενδιαστρώσεις πελαγικών ασβεστόλιθων. Η ηλικία του σχηματισμού είναι ανώτερο Κρητιδικό. Ο λόφος Μαύρα Βουνά καλύπτεται κατά ένα μεγάλο τμήμα από αυτή τη σειρά , το πάχος της οποίας φτάνει τα 35 m.

➤ **ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ ΒΙΓΛΑΣ (J13-K6.k):** Αποτελούνται από πλακώδεις έως λεπτοπλακώδεις υποκίτρινους, λεπτοκρυσταλλικούς ασβεστόλιθους, εναλλασσόμενους με λεπτές ενδιαστρώσεις πυριτιολίθων χρώματος τεφρού, φαιού ή ερυθρού. Η ηλικία του σχηματισμού είναι κατώτερο Κρητιδικό-ανώτερο Ιουρασικό. Η δυτική πλευρά του λόφου Μαύρα Βουνά καλύπτεται με ένα πάχος της σειράς αυτής 30 m και καταλήγει στη θάλασσα κατά μήκος επιφάνειας ρήγματος.



Εικόνα 3.3 : Στρωματογραφική στήλη Ιόνιας ενότητας (Thiebault 1979)

### 3.2 ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Οι μεταλλικοί σχηματισμοί εμφανίζονται σε ένα μεγάλο μέρος της περιοχής που διεξάγεται η μελέτη. Πρόκειται για ιζήματα του Τεταρτογενούς και του Νεογενούς που απαντούν κυρίως στην ευρύτερη πεδινή περιοχή της ΒΔ Πελοποννήσου. Με τη μελέτη τους και ιδιαίτερα με τα ιζήματα του Νεογενούς, έχουν ασχοληθεί κατά καιρούς οι Α. PHILLIPSON, J. HAGEMAN, J. UNDERHILL, Μ. ΜΗΤΣΟΠΟΥΛΟΣ, Π. ΨΑΡΙΑΝΟΣ, Η ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΪΔΗΣ, Ν ΣΥΜΕΩΝΙΔΗΣ, Π. ΤΣΟΦΛΙΑΣ Γ. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ, Η. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Γ. ΚΑΜΠΕΡΗΣ, κ.α. Στην υπάρχουσα βιβλιογραφία οι λιθostrωματογραφικές πληροφορίες είναι περιορισμένες γιατί οι περισσότεροι ερευνητές έχουν ασχοληθεί κατά κύριο λόγο με την παλαιοντολογία των σχηματισμών.

Ο Α. PHILLIPSON (1890, 1894, 1897), περιγράφει τους απολιθωματοφόρους ορίζοντες και ασχολείται ιδιαίτερα με τα νεογενή ιζήματα της περιοχής της Κυλλήνης τα οποία θεωρεί θαλάσσιας φάσης. Για τα κροκαλοπαγή αναφέρει ότι αποτελούν δελταϊκές αποθέσεις με συνθήκες σχηματισμού παρόμοιες με τις σημερινές.

Ο Μ. ΜΗΤΣΟΠΟΥΛΟΣ (1940), στα νεογενή ιζήματα της Ηλείας διαπιστώνει εναλλαγή θαλάσσιων, υφάλμυρων και λιμναίων στρωμάτων. Στους κατώτερους ορίζοντες αναφέρει πλούσια πανίδα μαλακίων και ορισμένων τρηματοφόρων και χρονολογεί της θαλάσσιες μάργες στο Κάτω Πλειόκαινο.

Ο Π. ΨΑΡΙΑΝΟΣ (1951), μελετά συστηματικά την πανίδα των πλειοκαινικών αποθέσεων της Αχαΐας και διακρίνει δύο στρωματογραφικούς σχηματισμούς :

- Μάργες, κιτρινόλευκες έως φαιοκίτρινες, μεγάλου πάχους και μεγάλης έκτασης, ηλικίας Κάτω Πλειόκαινο.
- Κροκαλοπαγή σχετικά μεγάλου πάχους και περιορισμένης έκτασης, ηλικίας Άνω Πλειόκαινο.

Οι Η. ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΪΔΗΣ και Ν. ΣΥΜΕΩΝΙΔΗΣ (1965), μελετούν τα απολιθώματα των νεογενών ιζημάτων της Ηλείας και επιβεβαιώνουν την εναλλαγή απολιθωμάτων θαλάσσιας και λιμναίας ή υφάλμυρης φάσης. Περιγράφουν τη στρωματογραφική αλληλουχία και τη λιθολογική σύσταση των ιζημάτων.

Ο Π. ΤΣΟΦΛΙΑΣ (1970), επιβεβαιώνει για τα Νεογενή της βόρειας Αχαΐας, τη θαλάσσια ιζηματογένεση για τους κατώτερους ορίζοντες και την προοδευτική μετάβαση σε ηπειρωτική για τους ανώτερους ορίζοντες.

Ο Γ. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ (1971), μελετά παλαιοντολογικά και στρωματογραφικά τις νεότερες αποθέσεις της Κυλλήνης, εκφράζει αντιρρήσεις για την Κάτω-

Πλειοκαινική ηλικία που τους έχει αποδοθεί και χαρακτηρίζει τους κατώτερους ορίζοντες σε μέσο έως Ανω-Πλειοκαινικής ηλικίας.

Ο Η. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ (1975), αναφέρεται κυρίως στα γενικότερα προβλήματα της τεκτονικής, της ιζηματογένεσης και της γεωγραφικής εξάπλωσης των Νεογενών αποθέσεων της Πελοποννήσου. Εντοπίζει τον προβληματισμό στην μη εύρεση του Μειοκαίνου και στον τεράστιο πάχος των Νεογενών αποθέσεων στο ΒΔ τμήμα της Πελοποννήσου. Δέχεται κατά θέσεις και με μικρό πάχος ύπαρξη ιζημάτων Κάτω-Πλειοκαινικής ηλικίας και εκφράζει την άποψη ότι ο μη εντοπισμός του Μειοκαίνου δε σημαίνει απαραίτητα και ότι δεν αποτέθηκε. Βάση στοιχείων βαθιών γεωτρήσεων αποδίδει στις Νεογενείς αποθέσεις πάχος μεγαλύτερο από 1.500 m.

Ο J. HAGEMAN (1976), μελετά τη στρωματογραφία των ιζημάτων της δυτικής Πελοποννήσου. Από τη συσχέτιση των λιθοστρωματογραφικών ενοτήτων του Ανώτερου Πλειοκαίνου-Πλειστοκαίνου καθορίζει τις αλλαγές που συνέβησαν στην παλαιομορφολογία της περιοχής.

Ο J. UNDERHILL (1985), μελετώντας τη στρωματογραφία και την τεκτονική του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς της δυτικής Ελλάδας καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η τεκτονική έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην ιζηματογένεση.

Ο Γ.ΚΑΜΠΕΡΗΣ (1987), μελετά τις Νεογενείς αποθέσεις της ΒΔ Πελοποννήσου βασιζόμενος σε στοιχεία βαθιών γεωτρήσεων έρευνας πετρελαίου. Τους κατώτερους ορίζοντες τους Νεογενούς τους χρονολογεί στο Νεώτερο Βουρδιγάλιο-Κατώτερο Τορτόνιο. Παρατηρεί στρωματογραφικό κενό στο Μέσο Πλειόκαινο και δέχεται για την ιζηματογένεση του Ανώτερου Πλειοκαίνου μεγάλη ποικιλία φάσεων , από ανοικτής θάλασσας ως ποταμοχειμάρρων. Το πάχος των μεταλλικών ιζημάτων δε παραμένει σταθερό αλλά μεταβάλλεται από θέση σε θέση. Στο Κατάκωλο έχουν διαπιστωθεί βάθη 2.500-4.000 m ενώ στον κόλπο της Κυλλήνης και του Πατραϊκού φτάνουν μέχρι και τα 2.500 μόνο μέτρα.

Στην περιοχή έρευνας τα μεταλλικά ιζήματα είναι ηλικίας Ολοκαινικής έως Πλειοκαινικής.

## Τεταρτογενές

### Ολόκαινο

➤ **Παράκτιοι αμμώδεις σχηματισμοί (cd,dn):** Παράκτιοι αμμώδεις σχηματισμοί χαλαρής λεπτόκοκκης–μεσόκοκκης άμμου που συναντώνται κυρίως κατά μήκος των δυτικών ακτών και κατά θέσεις σχηματίζουν θίνες που το πάχος τους φθάνει μέχρι τα 8-10 m. Το πλάτος αναπτύγματος του σχηματισμού κυμαίνεται από 50 m μέχρι 2,00 m.

➤ **Λιμνοθαλάσσιες περιλίμνιες και ελώδεις αποθέσεις (H.sl):** Αποτελούνται από ιλύες και λεπτομερή αμμώδη υλικά πάχους 3-5 m. Συναντώνται στη δυτική πλευρά της πεδινής περιοχής, στις περιλίμνιες ζώνες και στις περιοδικά κατακλυζόμενες εκτάσεις καθώς και στο εσωτερικό της πεδινής περιοχής σε περιορισμένες εκτάσεις.

➤ **Αλλουβιακές αποθέσεις χειμάρρων – χειμαρροποτάμων και χειμαρροποτάμιες αναβαθμίδες (al):** Αποτελούνται από αργιλοαμμώδη συστατικά, άμμους, χάλικες και κροκάλες. Οι αναβαθμίδες χειμαρροποτάμων (λεκάνη απορροής Πείρου) φθάνουν 8 m ψηλότερα από τις σημερινές κοίτες και αποτελούνται κυρίως από κροκαλολατύπες ποικίλου μεγέθους με αργιλοαμμώδη υλικά. Το πάχος του σχηματισμού κυμαίνεται από 3 έως 20 m. Συναντώνται κυρίως στην κεντρική ζώνη της πεδινής περιοχής και καλύπτουν σημαντικό μέρος της έκτασης της.

➤ **Ελουβιακές αποθέσεις και αποσαθρώματα των γύρω σχηματισμών (el):** Πηλοί, ερυθρογή και αργιλοαμμώδη υλικά υπερκείμενα κατά κανόνα πλειοκαινικών αποθέσεων. Το πάχος τους είναι 10-2 m.

➤ **Πλευρικά κορήματα, κώνοι κορημάτων και μανδύας αποσάθρωσης φλύσχη (sc,cs-ft.sc):** Κορήματα στις ζώνες εμφάνισης ανθρακικών σχηματισμών αποτελούμενα από ασβεστολιθικές κροκαλολατύπες και αργιλοαμμώδη υλικά πάχους 5-15 m. Ο μανδύας αποσάθρωσης του φλύσχη αποτελείται από υλικά των λιθολογικών ενοτήτων που επικρατούν κατά θέσεις και το πάχος του φθάνει έως τα 20 m. Εμφανίζονται στη βάση του λόφου Μαύρα Βουνά και στην περίμετρο του όρους Μόβρη.

➤ **Παλαιές τεταρτογενείς αποθέσεις (Q):** Πρόκειται κυρίως για ποταμοχειμαρρώδεις αναβαθμίδες και αποτελούνται από πολυγενές χαλαρό κροκαλολατυποπαγές με ερυθρογή. Σε ορισμένες θέσεις παρατηρούνται παρεμβολές ερυθρής αργιλοαμιγούς άμμου. Οι αποθέσεις αυτές εμφανίζουν σχεδόν οριζόντια στρώση. Εμφανίζονται σε σημαντική έκταση στην περίμετρο του όρους Μόβρη, στα ψηλότερα σημεία της πεδινής περιοχής όπου το ανάγλυφο είναι λιγότερο ήπιο και στη λεκάνη απορροής του ποταμού Πείρου.

### Πλειστόκαινο

➤ **Ερυθρά αργιλομιγής άμμος (Pt.s):** Σχηματισμός αιολικής προέλευσης μικρού πάχους που εμφανίζεται στην περίμετρο του λόφου Λάκκα Ντράσα.

➤ **Θαλάσσια αναβαθμίδα (Pt.tm):** Αποτελείται από κροκαλοπαγή και ψηφίτοπαγή, το ύψος της φθάνει τα 20 m και το πάχος της τα 5 m περίπου. Εμφανίζεται σε πολύ μικρή έκταση κοντά στο ακρωτήριο Μαύρη Μύτη.

### **Νεογενές**

#### Πλειόκαινο

➤ **Αργιλικές μάργες, ψαμμίτες εύθρυπτοι, ψαμμούχες άργιλοι και χαλαρά κροκαλοπαγή (P1):** Υποκίτρινες έως τεφρές μάργες, με αραιές ενστρώσεις κροκαλοπαγών. Η λιθολογική φάση των σχηματισμών δεν είναι σταθερή και οι στρωματογραφικές εναλλαγές δεν ακολουθούν ορισμένους κανόνες. Είναι αβαθείς ή μικρού βάθους θαλάσσιες αποθέσεις συνολικού πάχους 500-1000 m. Καλύπτουν εκτάσεις του νοτιοδυτικού, βόρειου και ανατολικού τμήματος της περιοχής μελέτης.

Οι μεταλλικές αποθέσεις χαρακτηρίζονται από σημαντικές και μερικές φορές απότομες εναλλαγές στη λιθολογία και στις λιθοφάσεις κατά την οριζόντια και κατά την κατακόρυφη έννοια (Σταυρόπουλος Ξ. 1992). Κατά θέσεις παρουσιάζονται χαρακτηριστικές αποθέσεων ρηχής θάλασσας λιμναίου περιβάλλοντος και ποταμοχειμαρρώδεις.

Σε γεωτρήσεις βάθους 100-250 m βρίσκονται, κατά θέσεις σε αφθονία απολιθώματα θαλάσσιου περιβάλλοντος όπως οστρακοειδή, κοράλλια κ.ά, καθώς και ενδείξεις λιμναίου ή παραλίμνιου περιβάλλοντος όπως οργανικό και φυτικό υλικό. Από τομές υδρογεωτρήσεων που έχουν φθάσει μέχρι βάθους 300 m, οι



πλειοκαινικές αποθέσεις της περιοχής, αποτελούνται από αργίλους, αργλικές φαιοκίτρινες μάργες, ασβεστιτικές υποκίτρινες μάργες, εύθρυπτους ψαμμίτες από χονδρόκοκκη άμμο, ψαμμούχες αργίλους, χαλαρά κροκαλοπαγή, χαλίκια και άμμους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ - ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

#### 4.1 ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ

Οι Π. ΨΑΡΙΑΝΟΣ (1951) και Η. ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΙΔΗΣ –Ν. ΣΥΜΕΩΝΙΔΗΣ (1965) μελετώντας τα μεταλλικά της ΒΔ Πελοποννήσου παρατηρούν εναλλαγές από θαλάσσιο, υφάλμυρο και χερσαίο περιβάλλον.

Ο J. DER COURT (1964), αναφερόμενος στην παλαιογεωγραφία του πλειοτεταρτογενούς της ΒΔ Πελοποννήσου παρατηρεί ότι η ιζηματογένεση στη βάση είναι θαλάσσια ενώ στη κορυφή έχει την τάση να γίνει ηπειρωτική. Το πέρασμα στις δυο διαφορετικές συνθήκες ιζηματογένεσης γίνεται ομαλά και η απόθεση υλικών επηρεάστηκε κυρίως από τη διεύθυνση των ρηγμάτων παρά από τις πτυχώσεις. Διακρίνει τρεις χαρακτηριστικές φάσεις:

➤ **Φάση του Πλακεντίου** : Επικρατούν οι λεπτόκοκκες μάργες με παρεμβολές μικρού πάχους στρωμάτων από αμμούχες μάργες. Το περιβάλλον απόθεσης είναι θαλάσσιο μικρού κιάλας βάθους όπως αποδεικνύεται από την αφθονία μαλάκιων. Νέες αναδύσεις δεν παρατηρούνται αυτήν την περίοδο και οι ορεινοί όγκοι έχουν ήδη διαβρωθεί αρκετά με τη φλυσχογένεση που είχε προηγηθεί .

➤ **Φάση του Άστιου** : Χαρακτηρίζεται από τη απόθεση κορημάτων και άμμων σε λιμναίο περιβάλλον καθώς και από την μεγάλη έκταση των περιοχών απόθεσης των υλικών αυτών. Η αύξηση των αποθέσεων κλαστικού υλικού δείχνει αύξηση της διάβρωσης που αποδίδεται σε νέα ανάδυση της ξηράς.

➤ **Φάση του Καλάβριου**: Οι αποθέσεις αποτελούνται αποκλειστικά από κροκαλοπαγή, από ηπειρωτικού σχηματισμούς, σπάνια λιμναίους, και από μεγάλη γεωγραφική εξάπλωση. Λόγω συμπιεστικών τεκτονικών δυνάμεων οι ορεινοί όγκοι συνεχώς αναδύονται και υφίστανται έντονη διάβρωση.

Γενικότερα ο J.DER COURT αναφέρει ότι η παλαιογεωγραφία του Πλειόκαινου μοιάζει αρκετά με τη σημερινή διαφέρει όμως ριζικά από του Μειόκαινου. Όσο λιγότερο θαλάσσιο είναι το περιβάλλον απόθεσης τόσο μεγαλύτερη γεωγραφική εξάπλωση εμφανίζουν οι σχηματισμοί του Πλειόκαινου.

Ο Γ. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ (1971) , μελετά το νεογενές της Κυλλήνης και θεωρεί ότι η παλαιογεωγραφική εξέλιξη των μέσο-ανωπλειοκαινικών ιζημάτων είναι αρκετά σύνθετη. Διαπιστώνει διαδοχικά στάδια θαλάσσιου, λιμναίου, παράκτιου και πάλι θαλάσσιου και παράκτιου περιβάλλοντος.

Αιτία αυτών των εναλλαγών είναι η εκδήλωση ρηματογόνου τεκτονισμού κατά το Μέσο Πλειόκαινο και την δημιουργία αβαθούς τεκτονικής τάφρου στην οποία η θάλασσα διείσδυσε για σύντομο χρονικό διάστημα.

Ο Η.ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ (1975), αναφέρει ότι κατά τη διάρκεια του Πλειόκαινου η βύθιση, οι διακυμάνσεις της στάθμης και η προσφορά κλαστικού υλικού βρισκόταν σε σχετική ισορροπία.

Κατά τον Δ.ΚΑΜΠΕΡΗ (1987), η έναρξη της θαλάσσιας ιζηματογένεσης κατά το Ανώτερο Βουρδιγάλιο-Κατώτερο Τορτόνιο είναι αμφισβητήσιμη. Μέχρι το Ανώτερο Μειόκαινο πραγματοποιείται ιζηματογένεση ρηχής θάλασσας στις λεκάνες Αμαλιάδας και Πύργου ενώ η περιοχή βόρεια του Πηνειού έχει χερσεύσει.

Η ρηξιγενής τεκτονική και η έντονη διάβρωση στο Μέσο Πλειόκαινο είχαν σαν αποτέλεσμα την επανεμφάνιση σε περιοχές, όπως το Ακρωτήριο Κουνουπέλι, Άραξος κ.α, αλπικών ιζημάτων. Στο Ανώτερο Πλειόκαινο πραγματοποιείται ιζηματογένεση σε όλη τη ΒΔ Πελοπόννησο και η επίκλυση της θάλασσας έχει σαν αποτέλεσμα την απόθεση κροκαλοπαγών και άμμων στις μορφολογικά κατώτερες περιοχές. Στο τέλος του Πλειόκαινου με αρχές Ολοκαίνου παρατηρείται ρηξιγενής τεκτονική φάση και εμφάνιση ελών, μερικά από τα οποία αποξηράνθηκαν πρόσφατα.

#### **4.2 ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Ένα από τα χαρακτηριστικά της τεκτονικής της Ιόνιας ενότητας είναι τα μεγάλα εγκάρσια ρήγματα διαφόρων διευθύνσεων και ο σχηματισμός τεκτονικών κεράτων και τάφρων. Η δημιουργία των βυθισμάτων της ΒΔ Πελοποννήσου στα οποία αποτέθηκαν τα νεογενή ιζήματα έγινε στη μετάβαση Ολιγοκαίνου-Μειόκαινου οπότε παρατηρήθηκε και η μερική ανάδυση των ζωνών.

Ο Ι. ΤΡΙΚΚΑΛΙΝΟΣ (1954), ανάγει τη δημιουργία των τεκτονικών βυθισμάτων της βόρειας Πελοποννήσου σε τεκτονικά γεγονότα των προ-Πλειοκαινικών χρόνων, τα οποία ακολούθησε η διείσδυση της πλειοκαινικής θάλασσας.

Ο J. DERCOURT (1964), παρατηρεί ότι ο λόφος Μαύρα Βουνά (Ακρωτήριο Άραξος) παρουσιάζει το σχήμα αντικλίνου βυθιζόμενου ελαφρά στη διεύθυνση Β-Ν. Το ανατολικό σκέλος του αντικλίνου παρουσιάζεται κατά θέσεις ελαφρά πτυχωμένο ενώ το δυτικό παρουσιάζεται ρηγματωμένο κατά τη διεύθυνση Β-Ν. Οι επιφάνειες

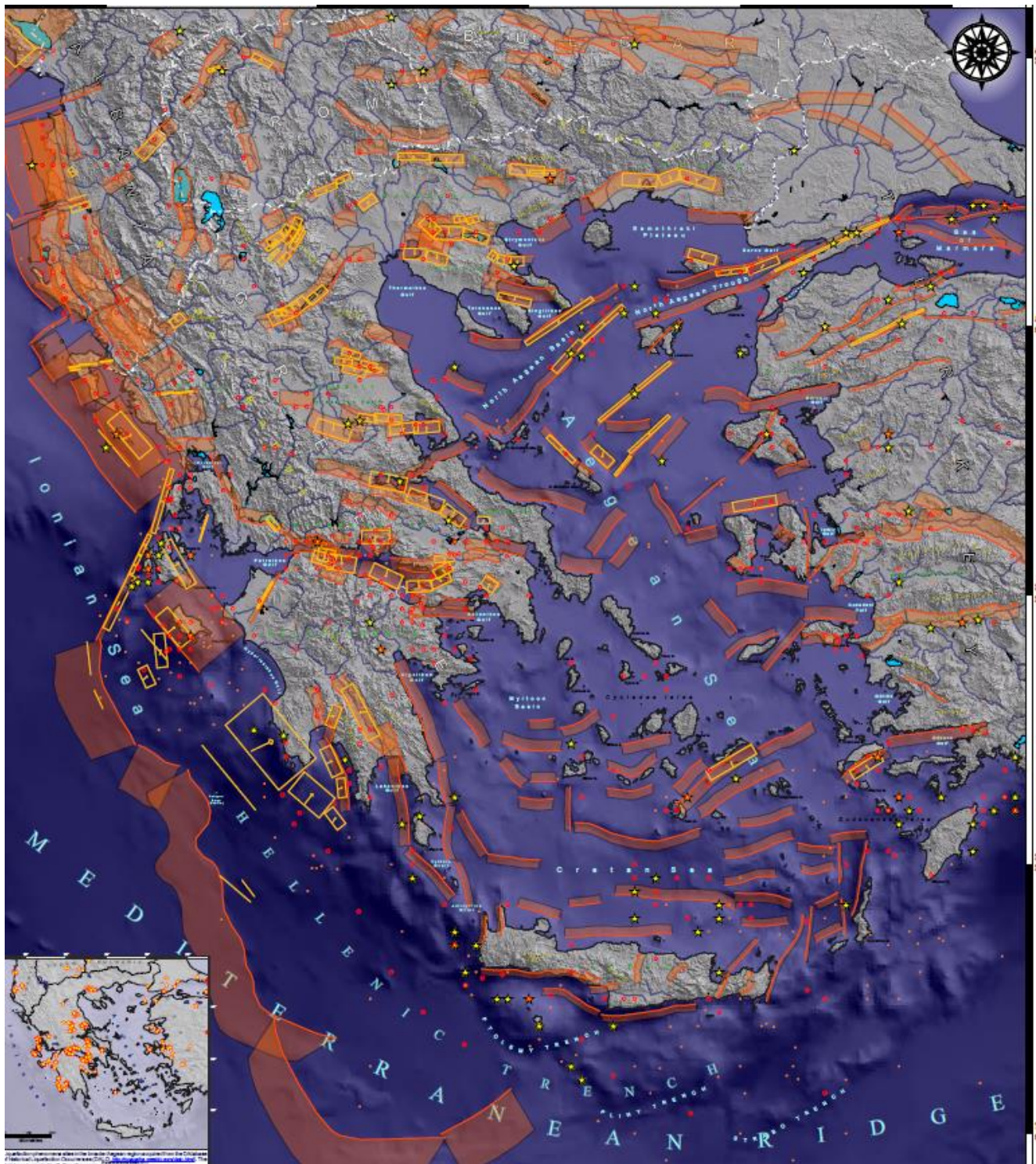
των ρηγμάτων αυτών καθορίζουν το δυτικό μέτωπο του αντικλίνου προς τη θάλασσα.

Οι Η. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ , Δ. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ και ο Ε. ΛΟΓΟΣ (1985), αναφερόμενοι στην γεωτεκτονική εξέλιξη της Πελοποννήσου, διακρίνουν δύο στάδια: α) το αλπικό που χαρακτηρίζεται από οριζόντια συμπίεση που έδρασε κατά το Ηώκαινο - Μειόκαινο και δημιούργησε ρήγματα διευθύνσεων Β-N και ΒΒΔ-NNA και β) το μεταλπικό που χαρακτηρίζεται από οριζόντιες κινήσεις τεκτονικών τεμαχών.

Κατά τον Γ. ΚΑΜΠΕΡΗ (1987), η λεκάνη Κάτω Αχαΐας εμφανίστηκε στο Ανώτερο Πλειόκαινο, λόγω επαναδραστηριοποίησης αλπικών, κανονικών ρηγμάτων διεύθυνσης Α-Δ. Την ίδια γεωλογική περίοδο άρχισε και η βύθιση της περιοχής βόρεια των σημερινών ακτών, από κανονικά ρήγματα διεύθυνσης Α-N και ΒΔ-ΝΑ. Οι κινήσεις αυτές είναι αποτυπωμένες στους ορίζοντες του Τεταρτογενούς.

Τα σεισμικά προφίλ που έγιναν από τη ΔΕΠ παρουσίασαν ενδείξεις εφιππευτικού ρήματος στο ύψος της νοητής γραμμής Κάτω Αχαΐα -Σανταμέρι. Στο ανατολικό όριο της λεκάνης, και ιδιαίτερα στις εμφανίσεις του φλύσχη. Η εφίππευση επιβεβαιώνει τις απόψεις που έχουν αναφερθεί στην επώθηση του φλύσχη της ενότητας Γαβρόβου πάνω στο φλύσχη της Ιόνιας.

Στη δομή του φλύσχη παρουσιάζονται στοιχεία δράσης ενός σύνθετου τεκτονισμού που είναι αποτέλεσμα επίδρασης εφελκυστικών και συμπιεστικών δυνάμεων. Στις εμφανίσεις του λόφου Λάκκα Ντράσα και ιδιαίτερα στα ψαμμιτικά στρώματα παρατηρείται μια σειρά από κανονικά και ανάστροφα ρήγματα. Τα κανονικά ρήγματα παρουσιάζουν άλματα 20-40 cm και τα ανάστροφα 50-120 cm.



Εικόνα 4.1: Κύρια ενεργά ρήγματα του ελληνικού χώρου (Πηγή Ι.Γ.Μ.Ε.)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ-ΚΛΙΜΑ

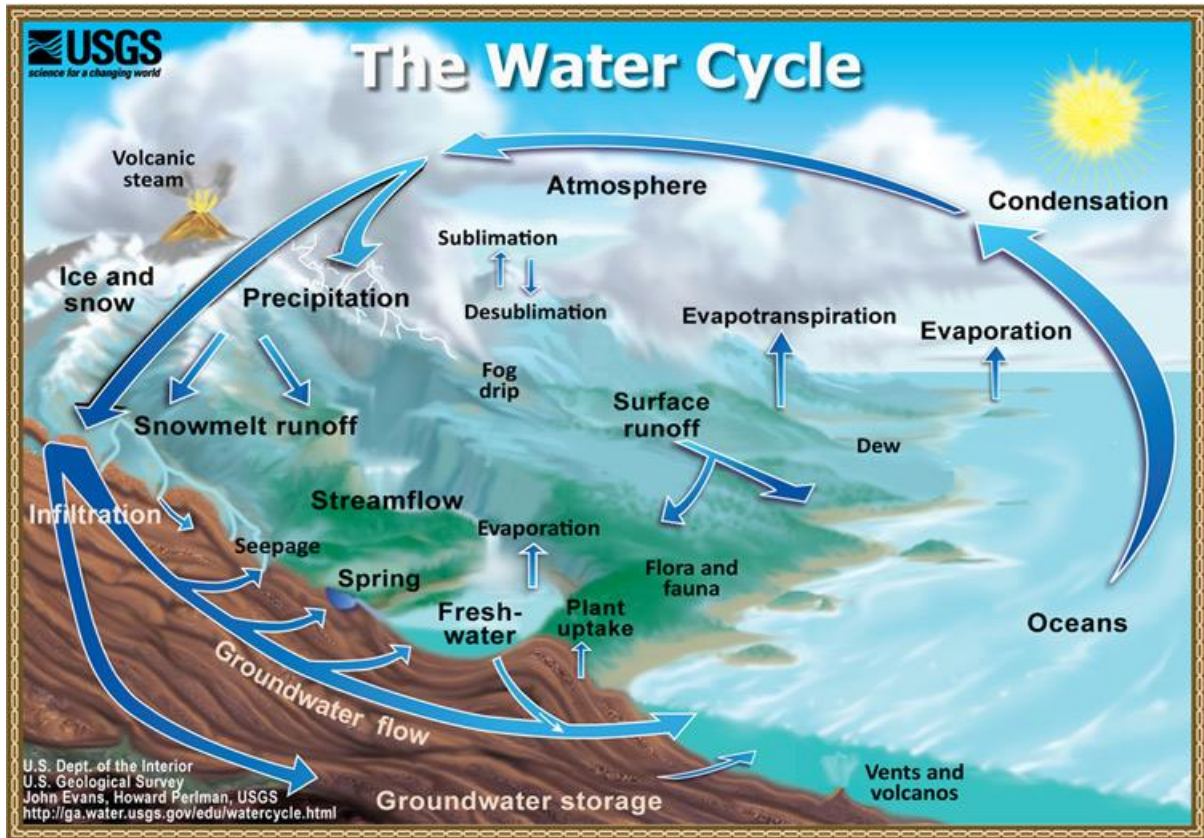
#### 5.1 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ

Το υδρολογικό καθεστώς μιας περιοχής εκφράζεται από το ισοζύγιο επιφανειακών υδάτων, ή αλλιώς υδρολογικό ισοζύγιο. Το υδρολογικό ισοζύγιο με τη σειρά του εκφράζει την κατανομή του υετού, ή όπως ονομάζεται διαφορετικά, των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (βροχή, χαλάζι, χιόνι), μετά την άφιξή τους στην επιφάνεια της γης (Εικόνα 5.1). Για το θεωρούμενο χρονικό διάστημα και τη θεωρούμενη έκταση, η ποσότητα του νερού του υετού,  $P$ , κατανέμεται σε απορροή  $R$ , ποσότητα που απορρέει επιφανειακώς και απομακρύνεται από τη θεωρούμενη περιοχή, σε εξατμισοδιαπνοή,  $E$ , ποσότητα που επιστρέφει στην ατμόσφαιρα με την εξάτμιση και τη διαπνοή των φυτών και σε κατείσδυση,  $I$ , ποσότητα που εισέρχεται στο υπέδαφος για να εμπλουτίσει τους υδροφορείς. Η μαθηματική έκφραση του υδρολογικού ισοζυγίου είναι:

$$P=E+R+I\pm \Delta W$$

Με  $\Delta W$ , τη μεταβολή των αποθεμάτων, οφειλόμενη, κυρίως στις δευτερογενείς δηλώσεις των παραπάνω διαδικασιών.

Για τον υπολογισμό ενός αξιόπιστου υδρολογικού ισοζυγίου είναι απαραίτητη η συγκέντρωση μιας σειράς στοιχείων και συστηματικών μετρήσεων καθώς και η επεξεργασία και αλληλοσυσχέτιση των δεδομένων που αφορούν την κάθε παράμετρό του.



Εικόνα 5.1 :Ο κύκλος του νερού (Πηγή USGS)

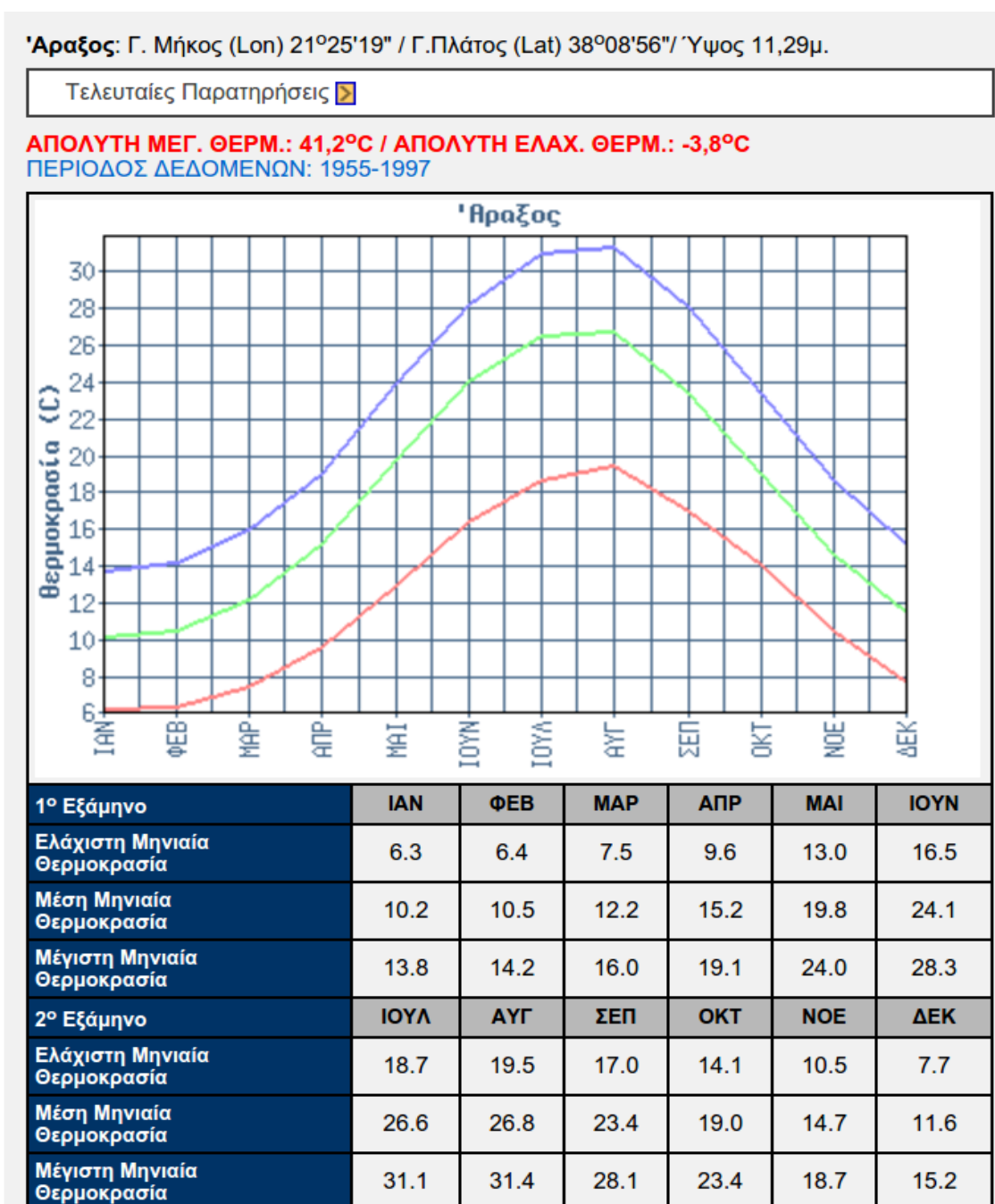
## 5.2 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στην περιοχή έρευνας οι χειμερινοί μήνες χαρακτηρίζονται ως ήπιοι με άφθονες βροχοπτώσεις ενώ οι καλοκαιρινοί μήνες από έντονη ηλιοφάνεια. Στα πεδινά η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται στα 800 mm και ορεινά στα 1200 mm. Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος είναι συνήθως μικρότερο από 16°C και η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι περίπου 19°C.

Η βορειοδυτική Πελοπόννησος, από την κλιματική ταξινόμηση της Ελλάδος κατά Thornthwaite (Καρράς 1973), κατατάσσεται στις ζώνες με κλίμα όπου οι βροχοπτώσεις υπερτερούν της εξατμισιοδιαπνοής (C2), με έλλειψη υγρασίας κατά το θέρος (S2) και γενικά μεγάλη θερμική δραστηριότητα (B3), δηλαδή μεγάλη προσφορά θερμικής ενέργειας με θερινό ποσοστό θερμικής δραστηριότητας 48% (b4) και κατά συνέπεια αυξημένο ποσοστό δυνητικής εξατμισιοδιαπνοής.

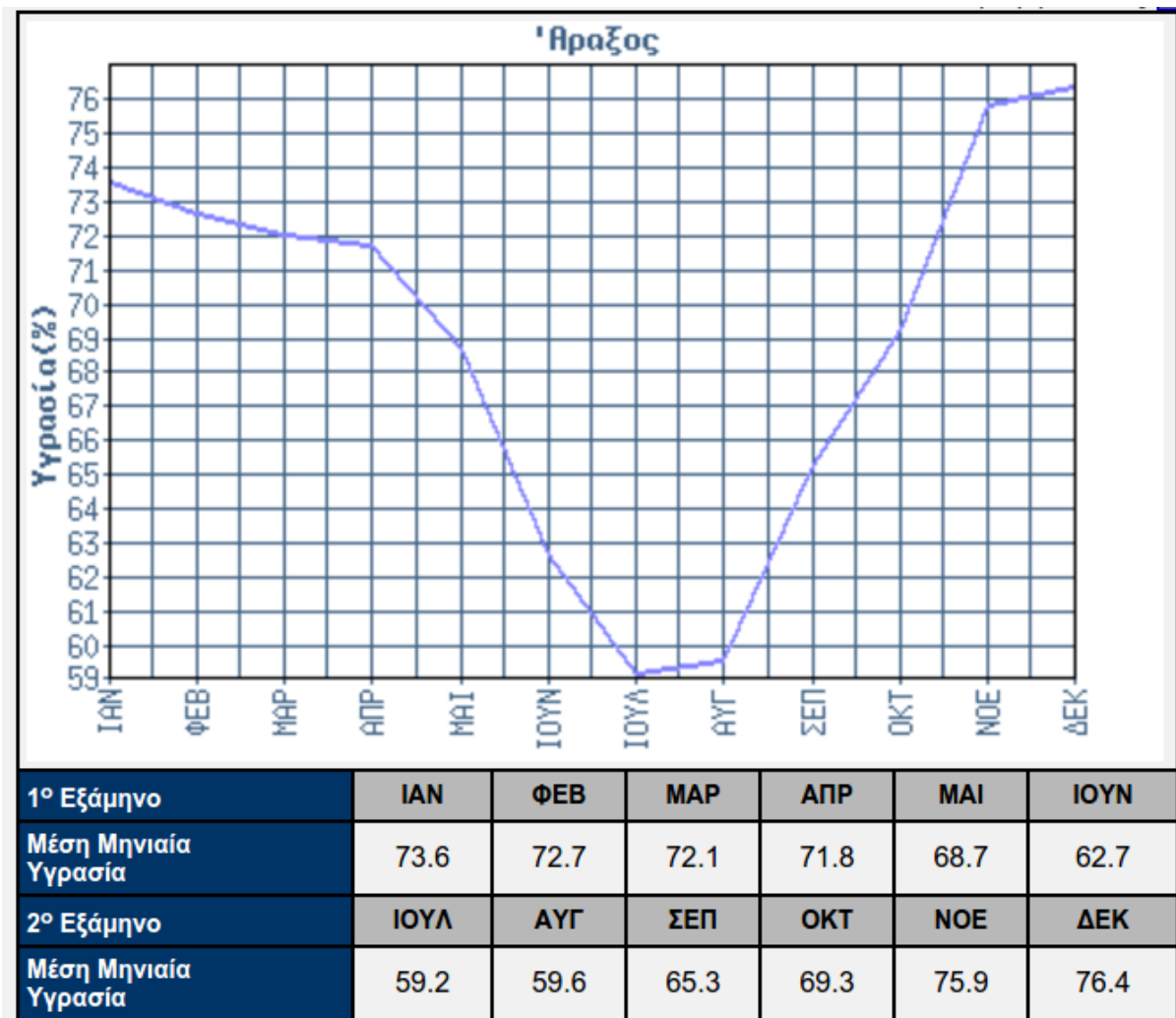
Η θερμοκρασία αέρα και η κατανομή της είναι από τα κλιματολογικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό της εξατμισιοδιαπνοής.

Στους κάτωθι πίνακες εμφανίζονται τα κλιματολογικά στοιχεία από τον μετεωρολογικό σταθμό του Αράξου για τη χρονική περίοδο 1955-1997 (Εικόνα 5.2, 5.3, 5.4, 5.5).

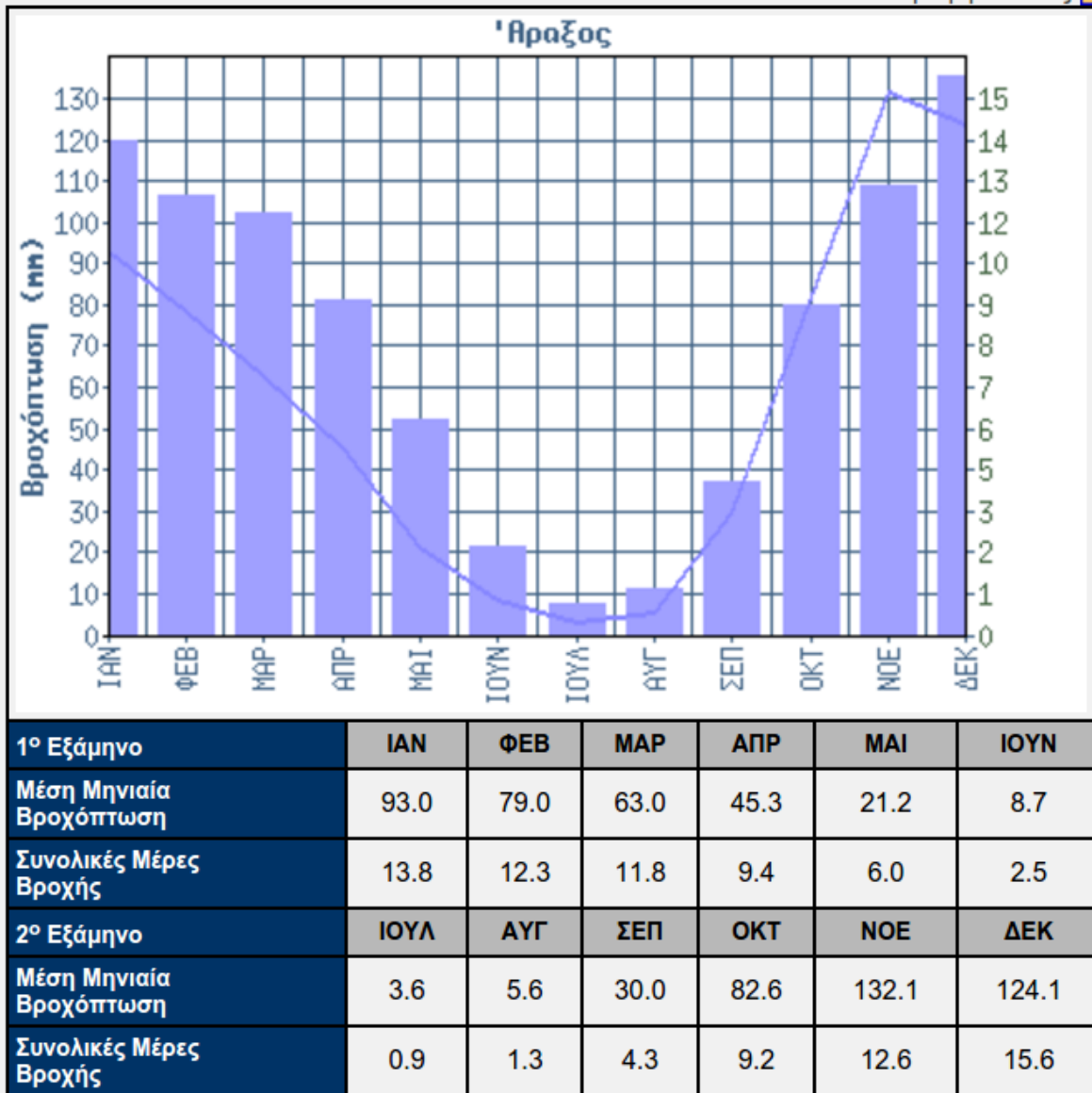


Εικόνα 5.2 : Μηνιαία κατανομή θερμοκρασίας για τον σταθμό Άραξος (Πηγή ΕΜΥ)

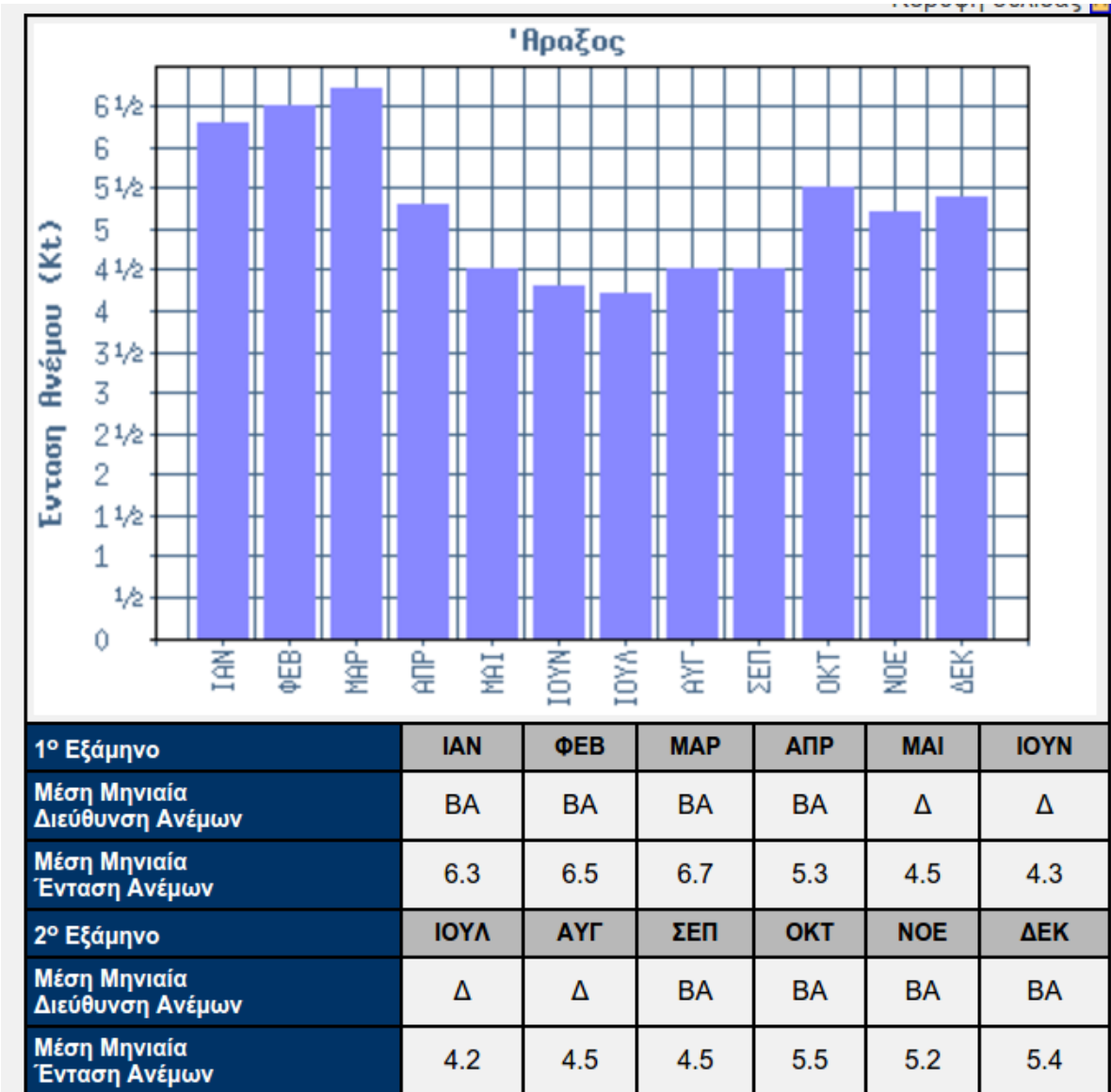




Εικόνα 5.3: Μέση μηνιαία υγρασία για το σταθμό Άραξο (Πηγή ΕΜΥ)



Εικόνα 5.4: Διάγραμμα κατανομής μέσων μηνιαίων βροχοπτώσεων για το σταθμό Άραξο  
(Πηγή ΕΜΥ)



Εικόνα 5.5: Διάγραμμα μέσης μηνιαίας διεύθυνσης ανέμων για το σταθμό Άραξο (Πηγή ΕΜΥ)

### 5.3 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ

Οι φυσικές υδατοδεξαμενές που υπάρχουν στην επιφάνεια της γης ή βρίσκονται μέσα στους γεωλογικούς σχηματισμούς, εξαρτώνται κυρίως από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.

Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα δημιουργούνται από την συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας, που προϋποθέτει μια θερμοκρασία αέρα μικρότερη από τη θερμοκρασία κορεσμού (σημείο δρόσου). Η θερμοκρασία αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί: α) είτε με απευθείας ακτινοβολία προς τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, β) είτε με την επαφή ή ανάμειξη με ψυχρές αέριες μάζες και γ) είτε με αδιαβατική εκτόνωση κατά τη μετακίνηση υγρού-θερμού αέρα προς ζώνες με χαμηλότερη βαρομετρική πίεση. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, οι υδρατμοί κατακρημνίζονται σαν βροχή, χιόνι, χαλάζι ή δροσιά.

Οι σπουδαιότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα είναι οι εξής:

- ❖ Ο χρόνος
- ❖ Το γεωγραφικό πλάτος και η απόσταση της περιοχής από τη θάλασσα
- ❖ Το υψόμετρο και η μορφολογία της περιοχής
- ❖ Ο προσανατολισμός της περιοχής σε σχέση με τη θάλασσα ή τη διεύθυνση των επικρατούντων ανέμων
- ❖ Η μέση θερμοκρασία της περιοχής
- ❖ Η υγρασία της περιοχής
- ❖ Η ύπαρξη στην ατμόσφαιρα υγροσκοπικών πυρήνων συμπυκνώσεως.

Τα πιο σημαντικά από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα είναι οι βροχοπτώσεις και κυρίως ο όγκος αυτών. Η ποσότητα και η ένταση των βροχοπτώσεων μετριοούνται με τα βροχόμετρα ή τους βροχογράφους, με τα οποία μετράται το ύψος βροχής σε mm.

#### **5.4 ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ**

Πρόκειται για έναν παράγοντα που εκφράζει την ποσότητα των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, που επιστρέφει στην ατμόσφαιρα, αμέσως (εξάτμιση) ή εμμέσως (διαπνοή των φυτών) (Εικόνα 5.6). Είναι ευνόητο ότι το μέγεθος της εξαρτάται από τα κατακρημνίσματα, από το κλίμα και από το βαθμό και το είδος της φυτοκαλύψεως της θεωρούμενης περιοχής.

Η εξάτμιση είναι ένα φυσικό φαινόμενο, που στηρίζεται στη μηχανική δράση στην επιφάνεια του νερού και σε ένα λεπτό στρώμα του εδαφικού νερού της ακόρεστης ζώνης. Το πάχος τους στρώματος αυτού εξαρτάται από της φύση του εδάφους, από την παρουσία και το είδος της φυτοκάλυψης και από το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα.

Η εξάτμιση ως μια παράμετρος εξαρτάται από τη μεταβολή της θερμοκρασίας αλλά και της υγρασίας του αέρα. Αύξηση της εξατμίσεως προκύπτει από την αύξηση της θερμοκρασίας, την ελάττωση της υγρασίας και της υδάτινες επιφανειακές συγκεντρώσεις.

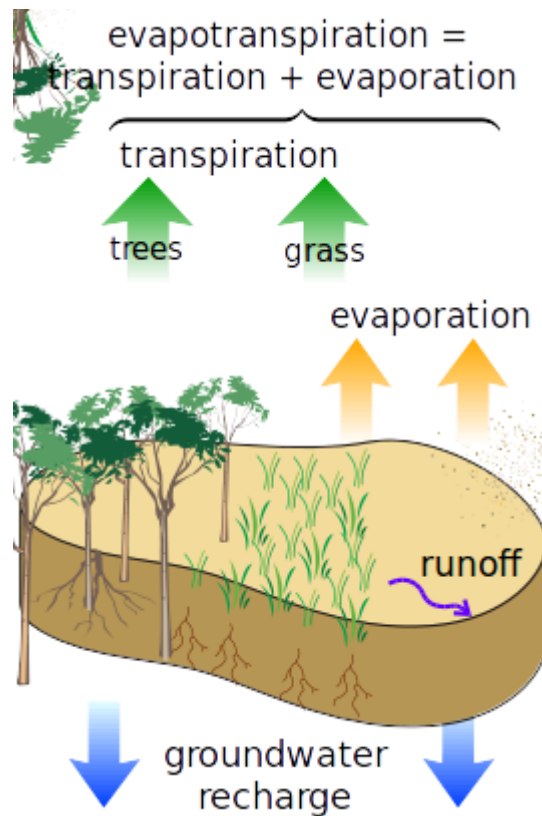
Η διαπνοή των φυτών εξαρτάται από την ίδια την ύπαρξη χλωρίδας. Φυσικές, τεχνητές ή καταστροφικές (λόγω προελεύσεως) αποψιλώσεις περιορίζουν τη διαπνοή, μέσα στο πλαίσιο της γενικότερης διαταράξεως των παραμέτρων του υδρολογικού ισοζυγίου.

Υπάρχουν φυσικές μέθοδοι για την εκτίμηση της εξατμίσεως, όπως τα εξατμισόμετρα, λυσίμετρα, αλλά η συνολική εξατμοδιαπνεόμενη ποσότητα υπολογίζεται εμμέσως από το υδρολογικό ισοζύγιο.

Στις υδρολογικές και υδρογεωλογικές μελέτες διακρίνεται: α) η δυνητική εξατμισοδιαπνοή, υπολογιζόμενη από θεωρητικές διαδικασίες, όπως η επαρκής διάθεση νερού προς εξατμισοδιαπνοή στη διάρκεια του υδρολογικού έτους και β) η πραγματική εξατμισοδιαπνοή, η οποία εκτιμάται από εμπειρικές σχέσεις πολλές από τις οποίες έχουν πολύ περιορισμένα όρια εφαρμογής, που θέτουν η γεωγραφική θέση, το ανάγλυφο, οι κλιματικές συνθήκες και οι γεωλογικές-γεωμορφολογικές συνθήκες της περιοχής.

Στην προσπάθεια προσέγγισης του υδρολογικού ισοζυγίου της περιοχής μελέτης, απαραίτητος είναι ο υπολογισμός της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής. Οι παράγοντες που τη ρυθμίζουν είναι αρκετοί, από τους πιο σημαντικούς είναι η υγρασία του εδάφους και του αέρα, η θερμοκρασία του εδάφους και του αέρα και κατ' επέκταση η ηλιοφάνεια, η ταχύτητα πνοής του ανέμου, η ατμοσφαιρική πίεση και κατ' επέκταση το υψόμετρο, η λιθολογία και το πορώδες των γεωλογικών σχηματισμών, η πυκνότητα της φυτοκάλυψης και το είδος της βλάστησης.

Για τον υπολογισμό της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής (ETp) και στη συνέχεια της πραγματικής (ETr), επειδή είναι δύσκολο να ληφθούν υπόψη όλοι οι παράγοντες που τη ρυθμίζουν λόγω έλλειψης στοιχείων, χρησιμοποιήθηκε η εμπειρική κλιματολογική μέθοδος του Thornthwaite, η μέθοδος του οποίου έχει χρησιμοποιηθεί συχνά για υδρολογικές μελέτες στον Ελλαδικό χώρο.



Εικόνα 5.6: Εξατμισοδιαπνοή (Πηγή USGS)

## 5.5 ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗ

Με τον όρο κατείσδυση εννοούμε το σύνολο των διαδικασιών με τις οποίες το νερό της βροχής διεισδύει στο έδαφος και εν συνεχεία διηθείται προς βαθύτερα στρώματα, αναπληρώνοντας έτσι την φυσική υγρασία ή προστίθεται στους υδροφόρους ορίζοντες. Το νερό που προστίθεται στους υδροφόρους ορίζοντες αποτελεί την ενεργή κατείσδυση, η οποία έχει και τη μεγαλύτερη σημασία στην υδρογεωλογία.

Από την ποσότητα του νερού που κατεισδύει ένα τμήμα συγκρατείται και συμπληρώνει το έλλειμμα υγρασίας του εδάφους και ονομάζεται «νερό κατακράτησης». Με τον όρο *κατακράτηση (retention)* νοείται τόσο η *παρεμπόδιση (interception)* ενός τμήματος της βροχής να φθάσει στο έδαφος λόγω παρεμβολής της χλωρίδας, όσο και η *επιφανειακή παγίδευση (depression)* της επιφανειακής απορροής από τις μικροκοιλότητες του τοπογραφικού υποβάθρου. Μέρος του «νερού κατακράτησης» με την πάροδο του χρόνου εξατμίζεται και επανέρχεται στην ατμόσφαιρα.

Το υπόλοιπο τμήμα του νερού κατείσδυσης αποτελεί την ενεργό κατείσδυση και είναι η φυσική διεργασία της εισχώρησης στο έδαφος νερού που προέρχεται από βροχόπτωση ή τήξη χιονιού. Η διεργασία αυτή έχει άμεση συνάρτηση με την κίνηση του νερού στο έδαφος έτσι ώστε ο ρυθμός της να εξαρτάται τόσο από τη διαθεσιμότητα του νερού για διήθηση, όσο και από τις ιδιότητες του εδάφους ως προς τη δυνατότητα κίνησης του νερού σε αυτό. Η ενεργή κατείσδυση του νερού στο έδαφος παίζουν σημαντικό υδρολογικό ρόλο και ο προσδιορισμός της είναι απαραίτητος για την προσέγγιση του υδρολογικού ισοζυγίου.

Την έννοια της κατείσδυσης στον υδρολογικό κύκλο εισήγαγε ο HORTON (1933) αποδεικνύοντας ότι το νερό της βροχής φθάνοντας στην επιφάνεια του εδάφους, κατεισδύει μέσα σε αυτό με μια ταχύτητα που μειώνεται εκθετικά με το χρόνο. Απέδειξε ότι για κάθε τύπο εδάφους υπάρχει μια οριακή καμπύλη που καθορίζει τις μέγιστες τιμές κατείσδυσης συναρτήσει του χρόνου, κάτω από δεδομένες συνθήκες. Την μέγιστη αυτή κατείσδυση ονόμασε ικανότητα κατείσδυσης και μετριέται σε μονάδες μήκους/ χρόνου.

Εάν σε οποιαδήποτε στιγμή κάποιας βροχόπτωσης, η ποσότητα νερού υπερβεί την ικανότητα κατείσδυσης του εδάφους, τότε θα υπάρξει μια περίσσεια νερού που μπορεί να πληρώσει επιφανειακές μικροκοιλότητες αρχικά και μετά να λάβει χώρα επιφανειακή απορροή.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την κατείσδυση είναι:

- ❖ Η μορφολογική κλίση
- ❖ Η λιθολογική σύσταση και η διαπερατότητα του εδάφους
- ❖ Η φυτοκάλυψη
- ❖ Η ένταση και η διάρκεια της βροχόπτωσης
- ❖ Η υγρασία του εδάφους
- ❖ Η παρουσία πάγων ή χιονιά
- ❖ Η εποχή του έτους
- ❖ Παρουσία ή όχι οργανικών υλών και από το εάν τα εδάφη καλλιεργούνται ή όχι.

Ο υπολογισμός του συντελεστή κατείσδυσης μπορεί να γίνει άμεσα με λυσίμετρα, διάνοιξη ορυγμάτων, από τους πειραματικούς συντελεστές KESSLER, από τις παροχές πηγών αλλά και έμμεσα από την εξίσωση του υδρολογικού ισοζυγίου αν γνωρίζουμε τους υπόλοιπους συντελεστές.

Ο υπολογισμός της κατείσδυσης στην περιοχή μελέτης δεν ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί με μετρήσεις και για το λόγο αυτό υπολογίσθηκε με βάση τους εμπειρικούς συντελεστές κατείσδυσης που έχουν δοθεί από την Ελληνική κυρίως

αλλά και τη διεθνή βιβλιογραφία. Εκτιμήθηκε δηλαδή το ποσοστό από το νερό των βροχοπτώσεων που κατείσδυει στο υπέδαφος και εμπλουτίζει τους υδροφόρους ορίζοντες (συντελεστής κατείσδυσης) σε σχέση με την υδρολιθολογική σύσταση των γεωλογικών σχηματισμών.

Πιο συγκεκριμένα η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει στο Τεταρτογενές παράκτιους αμμώδεις σχηματισμούς, λιμνοθαλάσσιες περιλίμνιες και ελώδεις αποθέσεις, αλλουβιακές αποθέσεις χειμάρρων–χειμαρροποτάμων και χειμαρροποτάμιες αναβαθμίδες, ελουβιακές αποθέσεις και αποσαθρώματα άλλων σχηματισμών, πλευρικά κορήματα κώνοι κορημάτων και μανδύας αποσάθρωσης φλύσχη και παλαιές τεταρτογενείς αποθέσεις. Πρόκειται γενικά για σχηματισμούς υδροπερατούς (μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας) έως ημιπερατούς.

Οι Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί περιλαμβάνουν την ερυθρά αργιλομιγή άμμο, σχηματισμός ημιπερατός έως υδροστεγανός και τη θαλάσσια αναβαθμίδα, σχηματισμό υδροπερατό, μέτριας υδροπερατότητας.

Τέλος οι Νεογενείς σχηματισμοί της περιοχής μελέτης περιλαμβάνουν τον πλειοκαινικό σχηματισμό των αργιλικών μαργών, ψαμμούχων αργίλων και χαλαρών κροκαλοπαγών. Πρόκειται για σχηματισμό υδροπερατό έως ημιπερατό αναλόγως της λιθολογικής σύστασης.

Οι αλπικοί σχηματισμοί διακρίνονται σε υδροπερατούς σχηματισμούς όπου περιλαμβάνονται οι καρστικοί σχηματισμοί με υψηλό συντελεστή κατείσδυσης, σε ημιπερατούς έως υδροπερατούς μέτριας έως χαμηλής υδροπερατότητας όπου περιλαμβάνονται τα στρώματα μεταβάσεως ο σχηματισμός του φλύσχη και σε ημιπερατούς έως υδροστεγανούς όπου περιλαμβάνονται οι αργιλοκοί, μαργαϊκοί και ασβεστομαργαϊκοί ορίζοντες.

## **5.6 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ**

Όταν οι ανάγκες μια περιοχής για κατακράτηση, κατείσδυση και συγκέντρωση ικανοποιηθούν, κατά τη διάρκεια μια βροχοπτώσεως, τότε είναι δυνατόν να υπάρξει ένα πλεόνασμα νερού το οποίο υπακούοντας στο νόμο της βαρύτητας ρέει επιφανειακά και οδηγείται με το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής στις λίμνες ή την θάλασσα. Αυτό το νερό αποτελεί την επιφανειακή απορροή και εξαρτάται από:

- ❖ Την διαπερατότητα των σχηματισμών που αναπτύσσονται στη λεκάνη απορροής
- ❖ Την ένταση και τη διάρκεια των βροχοπτώσεων
- ❖ Τη βλάστηση
- ❖ Τη κλίση της μορφολογίας της λεκάνης απορροής και από το μέγεθος της



- ❖ Τη γεωμετρία του υδρογραφικού δικτύου
- ❖ Την εποχή του χρόνου
- ❖ Το βάθος της ελεύθερης επιφάνειας του υπογείου νερού
- ❖ Τις ανθρώπινες επεμβάσεις

Η επιφανειακή απορροή διακρίνεται στην: α) άμεση επιφανειακή απορροή, που περιλαμβάνει το ποσοστό των μετεωρικών νερών τα οποία δεν κατεισδύουν στο υπέδαφος αλλά απορρέουν αμέσως επιφανειακά λόγω ισχυρών ή και πολύωρων βροχοπτώσεων και β) την έμμεση επιφανειακή απορροή, που αντιπροσωπεύει τις απορροές των πηγών εκείνων οι οποίες τροφοδοτούν τους ποταμούς ακόμη και όταν δεν συμβαίνουν βροχοπτώσεις.

Στο θέμα της ποσοτικής έκφρασης της απορροής, η έννοια της είναι συνδεδεμένη με την έννοια της παροχής, που εκφράζεται με βάση τη ταχύτητα ροής σε σταθερή διατομή, η οποία ταχύτητα μεταβάλλεται με τη μεταβολή της διατομής. Η γνώση των τιμών των μεταβαλλόμενων παροχών κατά τη διάρκεια ενός υδρολογικού έτους δίνει τη δυνατότητα εκτιμήσεως του όγκου των επιφανειακών απορροών.

Στην περιοχή μελέτης με βάση τους υδρολογικούς υπολογισμούς θα γίνει η εκτίμηση των ποσοτήτων νερού που απορρέουν επιφανειακά στην υδρολογική λεκάνη από την προσέγγιση του υδρολογικού ισοζυγίου.

## **5.7 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ**

Ο υπολογισμός των μεγεθών που αποτελούν την εξίσωση του υδρολογικού ισοζυγίου απαιτεί αρκετά στοιχεία και συστηματικές μετρήσεις τα οποία στην περιοχή ενδιαφέροντος λείπουν ή είναι περιορισμένα (πίνακας 5.7.1).

Η ανεπάρκεια υδρολογικών και κλιματολογικών πληροφοριών, οδήγησε αρχικά την ανάγκη για τον υπολογισμό των παραμέτρων υδρολογικού ισοζυγίου με τη χρησιμοποίηση προσεγγιστικών μεθόδων.

Η τιμή της δυνητικής και πραγματικής εξατμισιοδιαπνοής υπολογίσθηκε από την εφαρμογή υδρολογικού μοντέλου, η τιμή της κατείσδυσης με την εφαρμογή θεωρητικών συντελεστών σύμφωνα με την υδροπερατότητα των γεωλογικών σχηματισμών και ο υπολογισμός της συνολικής επιφανειακής απορροής έγινε από τη διαφορά της εξίσωσης του υδρολογικού ισοζυγίου.

Η προσέγγιση των μεγεθών του υδρολογικού ισοζυγίου της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Λαρισού έχει ως εξής (**ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ –ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**):

Λεκάνη Απορροής	Έκταση Λεκάνης (km <sup>2</sup> )	Κατακρημνίσματα (m <sup>3</sup> )	Εξατμισοδιαπνοή (m <sup>3</sup> )	Απορροή (m <sup>3</sup> )
Λαρισός	144	103 *10 <sup>6</sup>	75*10 <sup>6</sup>	28*10 <sup>6</sup>

Πίνακας 5.7.1: Προσεγγιστικό υδρολογικό ισοζύγιο (Πηγή Ειδική Γραμματεία Υδάτων)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

### ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ

#### 6.1 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

Τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά των γεωλογικών σχηματισμών, όπως είναι η ικανότητα τους να επιτρέπουν με ευκολία ή δυσκολία την κυκλοφορία του νερού αλλά και η ικανότητα αποθήκευσης του στα διάφορα πρωτογενή ή δευτερογενή διάκενα τους, καθορίζουν και τις υδρογεωλογικές συνθήκες μιας περιοχής. Τα χαρακτηριστικά αυτά εκφράζονται από δύο παραμέτρους, την διαπερατότητα και το πορώδες.

Το πορώδες έχει ιδιαίτερη σημασία για την υδρογεωλογία του υπόγειου νερού καθώς καθορίζει τη μέγιστη ποσότητα που περιέχει ένας σχηματισμός όταν αυτός είναι κορεσμένος. Ορίζεται ως ο λόγος των κενών προς το συνολικό όγκο του πετρώματος ή εδαφικού δείγματος και εκφράζεται συνήθως επί τις εκατό. Το ολικό πορώδες διακρίνεται στο ενεργό πορώδες και στην ειδική κατακράτηση. Αυτό που μας ενδιαφέρει περισσότερο είναι το ενεργό πορώδες καθώς καθορίζει την ποσότητα του νερού που διατίθεται για χρήση από τον άνθρωπο.

Ανάλογα με τον τρόπο που κινείται το νερό μέσα στους σχηματισμούς, είτε μέσα από τους πόρους είτε από τις ρωγμές, τα διακρίνουμε σε δυο μεγάλες κατηγορίες. Πρόκειται για τους κοκκώδεις σχηματισμούς πετρωμάτων και για τους σχηματισμούς ρωγμωδών πετρωμάτων.

Στους κοκκώδεις σχηματισμούς η σύνδεση και η συγκόλληση των τεμαχιδίων έχει γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχουν κενά, μικροί πόροι δηλαδή μέσα από τους οποίους κινείται το νερό. Το πορώδες στους κοκκώδεις σχηματισμούς ελέγχεται από τη διάταξη των κόκκων, το σχήμα τους και το βαθμό ομοιομορφίας τους. Στη περιοχή μελέτης στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι σύγχρονες αποθέσεις χειμάρρων, τα κορήματα και υλικά αποσάθρωσης του φλύσχη, τα προσχωματικά υλικά και οι αποθέσεις παλαιοκοιτών, οι αναβαθμίδες και οι πλειο-πλειστοκαινικοί σχηματισμοί. Δεν συμπεριλαμβάνονται τα πετρώματα τα οποία παρουσιάζουν κοκκώδη μορφή αλλά είναι υδροστεγανά δηλαδή παρουσιάζουν πρακτικά μηδενικό πορώδες λόγω της λεπτόκοκκης σύνθεσής τους όπως οι αμιγείς άργιλοι, οι μάργες κλπ.

Στους ρωγμώδεις σχηματισμούς η κίνηση του νερού γίνεται μέσα από ένα δίκτυο ρωγμών και εγκοίλων. Η κίνηση γίνεται προς ορισμένες διευθύνσεις και όχι σε όλη την έκταση του πετρώματος. Στους σχηματισμούς αυτούς επειδή η βασική αιτία της δημιουργίας του πορώδους είναι οι ρωγμές, ονομάζεται δευτερογενές πορώδες.

Στους ρωγμωδεις σχηματισμούς το πορώδες εξαρτάται από το άνοιγμα και τη πυκνότητα των ρωγμών. Στη περιοχή μελέτης στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ψαμμίτες και τα κροκαλοπαγή του νεογενούς.

Σχηματισμοί πρακτικά μηδενικού πορώδους: Είναι οι σχηματισμοί των οποίων η δόμηση της μάζας τους δεν επιτρέπει την κυκλοφορία του νερού και το ενεργό πορώδες τους πρακτικά θεωρείται μηδενικό. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται από τους κοκκώδεις σχηματισμούς οι αμιγείς άργιλοι και οι μάργες και από το σχηματισμό του φλύσχη οι αργιλοπηλίτες.

Η διαπερατότητα είναι η ικανότητα των εδαφών και των πετρωμάτων να επιτρέπουν τη διείσδυση και τη κυκλοφορία του νερού μέσα στη μάζα τους. Άλλα πετρώματα έχουν αυξημένη την ικανότητα αυτή, άλλα περιορισμένη και άλλα καθόλου. Έτσι τα πετρώματα διακρίνονται σε υδροπερατά (το νερό κυκλοφορεί άνετα μέσα σε αυτά), σε πετρώματα που δεσμεύουν το νερό και δεν επιτρέπουν τη κυκλοφορία του ώστε αυτό να χρησιμεύσει για τη τροφοδότηση ενός υδροληπτικού έργου, και σε υδροστεγανά (το νερό δεν μπορεί να διεισδύσει μέσα σε αυτά).

Η ευκολία ή δυσκολία με την οποία κινείται το νερό μέσα στους διάφορους λιθολογικούς σχηματισμούς εκφράζεται με την υδραυλική αγωγιμότητα  $k$ , η οποία εκφράζει το νερό που διέρχεται ανά μονάδα επιφανείας του υδροφόρου ορίζοντα ανά μονάδα μεταβολής της υδραυλικής κλίσης. Εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του πορώδους μέσου και τις ιδιότητες του ρευστού και μετριέται σε m/sec ή σε cm/sec. Οι σχηματισμοί με βάση το συντελεστή  $k$  διακρίνονται σε :

- ❖ Υδροπερατούς όταν ο συντελεστής περατότητας έχει τιμές  $k \geq 10^{-5}$  m/sec
- ❖ Ημιπερατούς όταν  $10^{-5} > k > 10^{-7}$  m/sec
- ❖ Υδροστεγανούς όταν  $k < 10^{-7}$  m/sec

Στην περιοχή μελέτης οι γεωλογικοί σχηματισμοί διακρίνονται ως εξής:

#### **α) Υδροπερατοί σχηματισμοί**

Περιλαμβάνονται κυρίως τα ανθρακικά πετρώματα της Ιόνιας ζώνης, τα χαλίκια, τα χαλαρά κροκαλοπαγή και οι εύθρυπτοι ψαμμίτες των μεταλλικών σχηματισμών του Πλειοτεταρτογενούς στην πεδινή ζώνη.

Στα ανθρακικά πετρώματα περιλαμβάνονται οι ασβεστόλιθοι των λόφων Μαύρα βουνά και Άγιος Αθανάσιος. Οι συγκεκριμένοι σχηματισμοί χαρακτηρίζονται από δευτερογενές πορώδες και εκεί οφείλουν και την υδροπερατότητά τους. Το δευτερογενές πορώδες σχηματίστηκε από τη δράση ρηγμάτων διεύθυνσης Α-Δ, από το σχηματισμό πυκνού δικτύου ρωγμών και διακλάσεων διαφόρων διευθύνσεων,

από την καρστικοποίηση του πετρώματος με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν έγκοιλα και τέλος από το συνδυασμό έντονου τεκτονισμού και στρωσιγενών επιφανειών που οδήγησαν στο σχηματισμό διακένων.

Οι Πλειοτεταρτογενείς αποθέσεις της πεδινής περιοχής αποτελούνται από εναλλαγές υδροπερατών, ημιπερατών και υδροστεγανών πετρωμάτων. Στους υδροπερατούς σχηματισμούς των αποθέσεων περιλαμβάνονται οι άμμοι, τα χαλίκια, οι χαλικομιγείς άμμοι, τα χαλαρά κροκαλοπαγή και οι εύθρυπτοι ψαμμίτες. Πρόκειται για κοκκώδη σχηματισμούς των οποίων η διαπερατότητα οφείλεται στο πρωτογενές πορώδες.

### **β) Ημιπερατοί σχηματισμοί**

Στους ημιπερατούς σχηματισμούς στην περιοχή μελέτης συγκαταλέγονται οι ψαμμίτες τους φλύσχη, τα κορήματα του λόφου Μαύρα Βουνά και οι αργιλούχες άμμοι του Πλειοτεταρτογενούς.

Οι ψαμμίτες του φλύσχη εμφανίζονται σε μικρή έκταση στο λόφο Λάκκα Ντράσα και λόγω του έντονου κερματισμού τους εμφανίζουν δευτερογενές πορώδες. Η περατότητα τους μειώνεται λόγω της συχνής παρεμβολής αργιλομαργακίων ενδοιαστρώσεων.

Τα κορήματα, στην περίμετρο των ασβεστόλιθων του λόφου Μαύρα Βουνά εμφανίζονται με τη μορφή πλευρικών κορημάτων και αποτελούνται από ασβεστολιθικές λατύπες και από αργιλοαμμώδες υλικό.

Η πεδινή ζώνη και κατά συνέπεια η περιοχή μελέτης αποτελείται από αργιλούχες μάργες, οι οποίες πολύ συχνά παρουσιάζουν προσμίξεις με αργιλικό υλικό, τις οποίες καθιστά στα ημιπερατά καθώς μειώνεται η υδροπερατότητά τους.

### **γ) Υδροστεγανοί**

Στους υδροστεγανούς σχηματισμούς στην περιοχή μελέτης περιλαμβάνονται οι αργιλικό σχιστόλιθοι, οι αργιλομάργες και ο μανδύας αποσάθρωσης του φλύσχη και οι μάργες, οι άργιλοι, οι πηλοί και οι ερυθρογή του Πλειοτεταρτογενούς.

Η κατώτερη λιθολογική ενότητα του φλύσχη στο λόφο Λάκκα Ντράσα είναι οι αργιλικό σχιστόλιθοι και οι αργιλομάργες. Και οι δυο σχηματισμοί κατατάσσονται στους υδροστεγανούς παρά τη παρουσία ενδοιαστρώσεων.

Με τη σειρά του και ο μανδύας αποσάθρωσης του φλύσχη, που αναπτύσσεται στο λόφο Λάκκα Ντράσα, αποτελούμενος από την αποσάθρωση του μητρικού πετρώματος δηλαδή της κατώτερης λιθολογικής ενότητας, κατατάσσεται στους υδροστεγανούς σχηματισμούς.

Τέλος οι μάργες, οι άργιλοι, οι πηλοί και οι ερυθρογή του Πλειστοτεταρτογενούς εμφανίζονται σε στρώματα πάχους 2-20 m και εναλλάσσονται με ημιπερατούς και υδροπερατούς σχηματισμούς.

## **6.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΥΔΡΟΦΟΡΙΑΣ**

Τα υπόγεια υδατικά συστήματα είναι συγκεντρώσεις υπόγειου νερού που εμφανίζουν τα χαρακτηριστικά της υπόγειας ροής και είναι συνδεδεμένα με τα εδάφη και πετρώματα, από τα οποία προέρχονται. Ως υδατικό σύστημα ορίζεται κάθε σύνολο υπόγειων υδάτων, ανεξάρτητο από κάθε μεταβολή που συμβαίνει έξω από αυτά. Η συνύπαρξη υδροφορέα πετρώματος κα νερού οδηγεί στην έννοια του υδροφόρου ορίζοντα, που αντιπροσωπεύει την υπόγεια υδροφορία. Το νερό εισέρχεται, διακινείται και εξέρχεται του υδροφορέα χρησιμοποιώντας το πορώδες, είτε το πρωτογενές είτε το δευτερογενές.

Η υπόγεια υδροφορία στη περιοχή μελέτης εμφανίζεται στους προσχωματικούς σχηματισμούς δηλαδή στις υδροπερατές φάσεις των τεταρτογενών και νεογενών αποθέσεων που αναπτύσσονται και καταλαμβάνουν σχεδόν όλο το πεδινό τμήμα της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Λαρισού. Πρόκειται για κοκκώδεις σχηματισμούς που αποτελούνται από λεπτομερή και αδρομερή υλικά και η υδροπερατότητα τους οφείλεται στο πρωτογενές πορώδες γι' αυτό και οι υδροφόροι ορίζοντες χαρακτηρίζονται ως ομοιογενείς και από ικανοποιητικές υδραυλικές παραμέτρους.

Οι τεταρτογενείς αποθέσεις καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής που διεξάγεται η μελέτη και αποτελούνται από κλαστικά υλικά διάφορης κοκκομετρικής σύσταση όπως αργιλοαμμώδη συστατικά, άμμους, χάλικες και κροκάλες, ευθρογή, αργιλομιγή άμμο, κ.ά. Το πάχος τους φθάνει 30–50 m για τις πλειστοκαινικές αποθέσεις και 10–15 m για τις νεότερες. Στρωματογραφικά χαρακτηρίζονται από λιθολογική ανομοιομορφία και άτακτη κατανομή τόσο κατά την οριζόντια όσο και κατά την κατακόρυφη διεύθυνση. Συνήθως παρουσιάζονται με τη μορφή αποσφηνωμένων στρωμάτων και φακών διαφόρων διαστάσεων.

Η υδρογεωλογική τους συμπεριφορά ποικίλει από περιοχή σε περιοχή και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το πάχος τους, τη στρωματογραφική τους διάταξη και τη λιθολογική και κοκκομετρική τους σύσταση. Αποτέλεσμα των συνθηκών αυτών είναι ο σχηματισμός κατά θέσεις ελεύθερου ή μερικώς υπό πίεση φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα σε όλη την έκταση της ανάπτυξής τους.

Στις Πλειστοκαινικές αποθέσεις που εμφανίζονται στη περιοχή του Άραξου ,στη κεντρική και ΝΔ ζώνη της υπό μελέτης περιοχής επικρατούν τα αμμώδη και

αργιλοαμμώδη συστατικά που δημιουργούν ευνοϊκότερες συνθήκες για την ανάπτυξη αξιοποιήσιμου φρεάτιου υδροφορέα.

Η τροφοδοσία του φρεάτιου ορίζοντα πραγματοποιείται από την κατείδυση νερού των βροχοπτώσεων στις περιοχές όπου τα διαπερατά μέλη τους αναπτύσσονται επιφανειακά και κυρίως κατά μήκος των κοιτών των ποταμοχειμάρρων και των ρεμάτων. Οι πλευρικές μεταγγίσεις μέσω των πλευρικών κορημάτων από τους ασβεστόλιθους του λόφου Μαύρα βουνά έχουν τοπικό και περιορισμένο χαρακτήρα.

Οι αποθέσεις του Νεογενούς αποτελούνται από πλειοκαινικούς σχηματισμούς, οι οποίοι χαρακτηρίζονται από ανομοιομορφη στρωματογραφική εναλλαγή στρωμάτων από αργίλους, άμμους, χαλίκια, χαλαρά κροκαλοπαγή, εύθρυπτους ψαμίτες, ψαμμούχες αργίλους, μάργες και αργλικές μάργες, το συνολικό πάχος των οποίων φθάνει μέχρι και τα 1000 m.

Λόγω της λιθοστρωματογραφικής ανομοιομορφίας, αναπτύσσεται υπόγεια υδροφορία με τη μορφή επάλληλων υπό πίεση ή μερικώς υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων. Η τροφοδοσία και η αναπλήρωση των πλειοκαινικών αποθέσεων γίνεται κατά κύριο λόγο από την απευθείας κατείδυση του νερού των βροχοπτώσεων, την οποία και δυσκολεύουν οι εναλλαγές υδροπερατών και ημιπερατών στρωμάτων.

Οι πλευρικές μεταγγίσεις στην Πλειοκαινικών αποθέσεων από τα ανθρακικά πετρώματα του λόφου Μαύρα Βουνά στη ΒΔ πλευρά της περιοχής μελέτης, μάλλον είναι περιορισμένες λόγω της μικρής έκτασής τους και της καρστικής υδροφορίας με υποθαλάσσιες και παραλίμνιες πηγές.

### **6.3. ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ – ΑΠΟΓΡΑΦΗ ΣΗΜΕΙΩΝ**

Το πιεζομετρικό καθεστώς μας επιτρέπει την μελέτη των συνθηκών της κίνησης των υπόγειων νερών και των συνθηκών τροφοδοσίας των υδροφόρων οριζόντων. Οι εποχιακές διακυμάνσεις της πιεζομετρικής επιφάνειας επιτρέπουν τη μελέτη των μεταβολών του όγκου των υπογείων νερών και της αναπλήρωσης των αποθεμάτων τους. Στους ελεύθερους οριζόντες η υδροστατική στάθμη συμπίπτει με την ελεύθερη επιφάνεια του νερού μέσα στο υδροφόρο στρώμα ενώ στους υπό πίεση υδροφόρους οριζόντες η υδροστατική στάθμη εμποδίζεται από τους υποκείμενους αδιαπέρατους σχηματισμούς να καταλάβει τη φυσική της θέση και βρίσκεται από πάνω τους.

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας το δίκτυο των σταθμομετρήσεων αποτελείται από δέκα υδροσημεία, τα οποία είναι υδρογεωτρήσεις βάθους από 45,00-200,00 m (πίνακας 6.3.1).

Στο Δήμο Λαρισού μετρήθηκαν 3 υδρογεωτρήσεις, οι δύο εκ των οποίων χρησιμοποιούνται για αρδευτικούς σκοπούς σε καλλιέργειες ελαιόδεντρων και αμπελώνες ενώ η τρίτη είναι εγκαταλελειμμένη. Σύμφωνα με την «ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗΣ ΑΧΑΪΑΣ» (ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ Ξ., 2002), στην συγκεκριμένη περιοχή τα περισσότερα υδροσημεία είναι υδρογεωτρήσεις ενώ τα υφιστάμενα πηγάδια είναι εγκαταλελειμμένα.

Το νερό που αντλείται στην περιοχή προέρχεται από γεωτρήσεις αρκετά μεγάλου βάθους λόγω της εξάντλησης του φρεάτιου υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Οι αντλήσεις προέρχονται από τους υπό πίεση υπόγειους υδροφόρους που αναπτύσσονται στην περιοχή μελέτης.

Στην περιοχή του Δήμου Δύμης μετρήθηκαν δυο υδρογεωτρήσεις οι οποίες είναι εγκαταλελειμμένες. Η μία υδρογεώτρηση στα Νικιφορέικα έχει πιεζομετρική στάθμη στα -2.2 m, δηλαδή βρίσκεται κάτω από τη στάθμη της θάλασσας.

Στην περιοχή του Δήμου Μόβρης μετρήθηκαν 4 υδρογεωτρήσεις από τις οποίες οι 3 παρουσιάζουν αρνητική πιεζομετρική στάθμη. Η υδρογεώτρηση στο Λιμνοχώρι σημειώνει τη μεγαλύτερη πτώση στάθμης και έχει υπολογιστεί στα -23,00 m. Οι δύο από τις τέσσερις γεωτρήσεις είναι εγκαταλελειμμένες, ενώ η υδρογεώτρηση στο Λιμνοχώρι χρησιμοποιείται για άρδευση και στα Σαγέικα είναι ανεκμετάλλευτη.

Η συγκεκριμένη γεωγραφική ενότητα έχει περισσότερες ενεργές γεωτρήσεις από το Δήμο Λαρισού γιατί βρίσκονται στα πιο ψηλά σημεία της υδρολογικής λεκάνης, όπου οι φρεάτιοι υδροφόροι ορίζοντες δεν είναι τόσο εξαντλημένοι λόγω της πιο άμεσης τροφοδοσίας τους από τους ψαμμίτες και τα κροκαλοπαγή του όρους Μόβρη.

Τέλος μετρήθηκε και μια γεώτρηση στο Δήμο Βουπρασίας στην περιοχή της Νέας Μανωλάδας, η οποία χρησιμοποιείται για αρδευτικούς σκοπούς.



ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3.1 Πίνακας πιεζομετρικής στάθμης στην περιοχή έρευνας

A/A	Δήμος	Δημοτική Ενότητα	Περιοχή	Ιδιοκτήτης	Χρήση νερού Παρατηρήσεις	Είδος Υδροσημείου	Υψόμετρο (m)	Βάθος (m)	Βάθος Στάθμης (m)	Πιεζομετρική Στάθμη (m)
1	Δυτικής Αχαΐας	Λαρισού	Λακκόπετρα	Μπάρλος	Άρδευση - Αμπελώνες	Γεώτρηση	12,2	45,00	5,73	6,5
2	Δυτικής Αχαΐας	Δύμης	Νιφορέϊκα	Δ.Ε. Δύμης	Εγκαταλειμμένη	Γεώτρηση	28,0	200,00	30,15	-2,2
3	Δυτικής Αχαΐας	Μόβρης	Λιμνοχώρι	Αλιάζης	Άρδευση - Καλλιέργεια	Γεώτρηση	22,1	75,00	45,14	-23,0
4	Δυτικής Αχαΐας	Μόβρης	Σαγείικα	Καρδαράκος	Ανεκμετάλλευτη	Γεώτρηση	20,6	90,00	30,05	-9,5
5	Δυτικής Αχαΐας	Βουπρασίας	Νέα Μανωλάδα	Λεπίδας	Άρδευση - Κηπευτικά	Γεώτρηση	48,1	120,00	41,21	6,9
6	Δυτικής Αχαΐας	Λαρισού	Καγκάδι	Σπυρόπουλος	Εγκαταλειμμένη	Γεώτρηση	53,2	150,00	28,34	24,9
7	Δυτικής Αχαΐας	Λαρισού	Ματαράγκα	Κανελλόπουλος	Άρδευση - Ελιές, Κηπευτικά	Γεώτρηση	141,4	60,00	29,80	111,6
8	Δυτικής Αχαΐας	Μόβρης	Σαγείικα	Γεωργόπουλος	Εγκαταλειμμένη	Γεώτρηση	32,9	80,00	37,70	-4,8
9	Δυτικής Αχαΐας	Μόβρης	Κρίνος	Δημητρακόπουλος	Εγκαταλειμμένη	Γεώτρηση	73,0	100,00	32,12	40,9
10	Δυτικής Αχαΐας	Δύμης	Πετροχώρι	Λαμπρόπουλος	Εγκαταλειμμένη	Γεώτρηση	56,5	100,00	31,11	25,4

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup>

### ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ

#### **7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Οι όλο και περισσότερες αυξανόμενες ανάγκες για νερό τα τελευταία χρόνια έχουν καταστήσει αναγκαία την εξέταση της ποιότητας του υπογείου νερού η οποία είναι εξίσου σημαντική όσο και η ποιότητα. Η επαναχρησιμοποίηση του νερού λόγω των μεγάλων αναγκών επιφέρει αλλαγή στην ποιότητα (αν δεν έχουν ληφθεί μέτρα προστασίας) και αυξάνει τις πιθανότητες μόλυνσης.

Για να καθορίσουμε την ποιότητα του νερού πρέπει να έχουμε τα αποτελέσματα των φυσικών, χημικών και των βιολογικών συστατικών του παρουσιαζόμενα με ένα ορισμένο τρόπο, όπως καθορίζουν οι αναγνωρισμένες διεθνώς μέθοδοι.

Η χημική σύσταση των υπόγειων νερών εξαρτάται από τη σύσταση των πετρωμάτων μέσω των οποίων κινείται, τη χρονική διάρκεια που παραμένει μέσα σε αυτά, την ταχύτητα κίνησης, κλπ. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη ποιότητα του νερού είναι ανθρωπογενείς λόγοι όπως υγρά και στερεά απόβλητα, διαρροές υπονόμων, βιομηχανικές πηγές και αιτίες, διείδυση αλμυρού νερού κτλ.

Τα όρια της καταλληλότητας του νερού εξαρτώνται από την χρησιμοποίηση του, η οποία είναι άμεσα συνυφασμένη με την ανθρώπινη υγεία και κατ' επέκταση με την ποιότητα ζωής. Έτσι άλλης ποιότητας νερό απαιτείται για τις ανάγκες του ανθρώπου, άλλης για τις βιομηχανικές ανάγκες και άλλης για τις αρδευτικές ανάγκες

#### **7.2 ΚΥΡΙΑ ΧΗΜΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ**

- Το ασβέστιο ( $\text{Ca}^{2+}$ ) προέρχεται κυρίως από τον ασβεστίτη, αραγωνίτη, δολομίτη, γύψους, αμφιβόλους, πλαγιόκλαστα και αργιλικά ορυκτά. Η συνηθισμένη συγκέντρωση στα φυσικά νερά είναι μικρότερη από 100 mg/lit. Στα πολύ αλμυρά νερά (αλμύρες), η συγκέντρωση του ασβεστίου υπερβαίνει τα 75000 mg/lit.
- Το μαγνήσιο ( $\text{Mg}^{2+}$ ) προέρχεται από τον ολιβίνη, τους πυροξένους, το δολομίτη, τον μαγνησίτη και τα αργιλικά ορυκτά. Η συνηθισμένη

συγκέντρωση στα φυσικά νερά είναι μικρότερη από 50 mg/lit. Το νερό των ωκεανών περιέχει περισσότερο από 1000 mg/lit και τα πολύ αλμυρά νερά περισσότερο από 75000 mg/lit.

- Το νάτριο προέρχεται από αστρίους, αργιλικά ορυκτά, εβαπορίτες όπως το NaCl και βιομηχανικών αποβλήτων. Στο φυσικό νερό η περιεκτικότητα του Na είναι γενικά μικρότερη από 200 mg/lit. Το θαλασσινό νερό περιέχει περίπου 10000-25000 mg/lit.
- Το K προέρχεται από αστρίους, αστριοειδή, μερικούς μαρμαρυγίες και αργιλικά ορυκτά. Η περιεκτικότητα στο φυσικό νερό είναι μικρότερη από 10 mg/lit και στα πολύ αλμυρά νερά 25000 mg/lit. Αν το νερό περιέχει περισσότερο από 50 mg/lit Na και K προκαλεί αφρισμό και σχηματίζει κρούστα. Εάν ξεπεράσει το ποσοστό των 65 mg/lit προκαλεί προβλήματα στο σχηματισμό πάγου.
- Τα όξινα ανθρακικά  $\text{HCO}_3^-$  προέρχονται από τους ασβεστόλιθους και τους δολομίτες. Το φυσικό νερό περιέχει λιγότερο από 500 mg/lit ένα αν είναι εμπλουτισμένο με  $\text{CO}_2$  φτάνει τα 1000 mg/lit. Υψηλό ποσοστό  $\text{HCO}_3^-$  καθίσταται βιομηχανικώς ακατάλληλο.
- Τα θειικά  $\text{SO}_4^{2-}$  προέρχονται από οξειδία θειούχων ορυκτών, γύψο και ανυδρίτη. Η περιεκτικότητα σε φυσικό νερό είναι μικρότερη των 300 mg/lit. Αν η περιεκτικότητα είναι μεγαλύτερη των 250 mg/lit το νερό θεωρείται ακατάλληλο για μερικές βιομηχανίες και αν ξεπεράσει τα 500 mg/lit σε θειικά έχει πικρή γεύση.
- Το χλώριο  $\text{Cl}^-$  προέρχεται από τα ιζηματογενή κυρίως εβαπορίτες και λιγότερο από εκρηξιγενή. Στο φυσικό νερό η περιεκτικότητα είναι συνήθως 10 mg/lit στις υγρές περιόδους και φτάνει στα 1000 mg/lit στις πολύ ξηρές περιόδους. Το θαλασσινό νερό περιέχει 19300 mg/lit και τα πολύ αλμυρά νερά, οι λεγόμενες αλμύρες φτάνουν και τα 200000 mg/lit. Όταν το νερό περιέχει πάνω από 100 mg/lit χλώριο έχει αλμυρή γεύση.
- Τα νιτρικά  $\text{NO}_3^-$  προέρχονται από την ατμόσφαιρα, τα φυτικά λείψανα τα ζωικά κόπρανα, από αζωτούχες ενώσεις μέσω διαδικασιών της αμμωνιοποίησης και αζωτοποίησης. Στο φυσικό νερό η περιεκτικότητα είναι λίγο μεγαλύτερη από 10 mg/lit. Αν το νερό έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα από 100 mg/lit έχει πικρή γεύση ενώ το νερό που προέρχεται από αβαθή πηγάδια και έχει περισσότερο από 45 mg/lit νιτρικών είναι υπεύθυνο για ασθένειες στα βρέφη.

### **7.3 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΕΡΟΥ**

Για τον καθορισμό της ποιότητας του υπογείου νερού απατούνται συνήθως χημικές, φυσικές και βιολογικές αναλύσεις.

Οι βιολογικές αναλύσεις περιλαμβάνουν στοιχεία για τον εντοπισμό ή την απουσία βακτηριδίων, τα οποία επηρεάζουν την ποιότητα του νερού για ανθρώπινη χρήση.

Οι φυσικές αναλύσεις περιλαμβάνουν στοιχεία για τις ιδιότητες του νερού όπως η οσμή, το χρώμα, η γεύση, η θερμοκρασία και η θολότητα.

Ο χρωματισμός του νερού μπορεί να οφείλεται σε διαλυμένες ουσίες οργανικές ή ανόργανες και εκφράζονται σε mg/lit. Η θολότητα είναι ένα μέτρο των αιωρούμενων και κολλοειδών ουσιών του νερού όπως είναι η άργιλος, η ιλύς κ.α και οι μετρήσεις είναι κυρίως φωτομετρικές. Η γεύση και η οσμή μπορεί να προέρχονται από ευδιάλυτα αέρια, ορυκτές ουσίες ή φαινόλες. Η μέτρηση τους γίνεται εμπειρικά με τη όσφρηση του ερευνητή.

Οι χημικές αναλύσεις περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με τις συγκεντρώσεις των διαφόρων ανόργανων συστατικών που περιέχει το νερό και στοιχεία για τις διάφορες φυσικοχημικές ιδιότητες του.

Παρακάτω θα γίνει ανάλυση των παραμέτρων αυτών:

- Οι συγκεντρώσεις των διαφόρων ιόντων εκφράζονται από το βάρος ή το χημικό ισοδύναμο σε καθορισμένο όγκο νερού. Για να υπάρχει μια γενική εικόνα της ποιότητας του νερού υπολογίζεται η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα E.C. Η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα καθορίζει την αγωγιμότητα ενός κυβικού εκατοστού του νερού σε σταθερή θερμοκρασία των 25 °C . Μια αύξηση κατά 1°C, προκαλεί αύξηση της αγωγιμότητας κατά 2%.
- Η σκληρότητα του νερού προέρχεται από την παρουσία κατιόντων  $Ca^{2+}$  και  $Mg^{2+}$ . Τα ιόντα αυτά με τη παρουσία ορισμένων κατιόντων σχηματίζουν κρούστα, ενώ με το σαπούνι ιζήματα. Λόγω αυτής της ιδιότητας με το σαπούνι που παρουσιάζουν τα σκληρά νερά είναι ακατάλληλα για σκοπούς καθαριότητας. Η σκληρότητα στο νερό προέρχεται από τη διάλυση του  $CaCO_3$  που απελευθερώνεται με τη δράση των βακτηριδίων στο έδαφος και τη διείδυση του νερού της βροχής, συνθήκες χαμηλού PH διευκολύνουν τη διάλυση των

ανθρακικών αλάτων μετατρέποντας τα σε όξινα. Τη σκληρότητα τη διακρίνουμε σε : 1) ολική , η οποία δηλώνει το σύνολο των διαλυμένων αλάτων του ασβεστίου και του μαγνησίου 2) παροδική, η οποία αντιστοιχεί στο σύνολο των όξινων ανθρακικών αλάτων (  $\text{CaCO}_3$   $\text{MgCO}_3$  ), διαλυτότητα των οποίων αυξάνει με τη παρουσία  $\text{CO}_2$  και 3) τη μόνιμη , η οποία είναι το σύνολο των θειικών, χλωριούχων και νιτρικών του ασβεστίου και του μαγνησίου.

- Η θερμοκρασία ( $T$  °C) επηρεάζεται από τη θερμοκρασία των πετρωμάτων και όσο πιο κοντά βρίσκεται στη επιφάνεια ο υδροφόρος ορίζοντας τόσο επηρεάζεται από τη θερμοκρασία εδάφους.
- Τα συνολικά διαλυμένα στερεά (TDS) εκφράζουν τη μεταλλικότητα των υπογείων νερών και εκφράζουν τη συγκέντρωση των διαλυμένων αλάτων. Σχετίζονται άμεσα με την ηλεκτρική αγωγιμότητα και εκφράζουν τις συνθήκες τροφοδοσίας και την γενική υποβάθμιση της φυσικής ποιότητας των υπογείων νερών.
- Το PH μας δίνει πληροφορίες σχετικά με τη ποσότητα και τον τύπο των ορυκτών υλικών των πετρωμάτων που διαλύονται κατά την επαφή τους με το νερό. Όταν το νερό έχει μικρές τιμές PH είναι όξινα και μπορεί διαλύει τα αδιάλυτα ανθρακικά του εδάφους και τους ασβεστόλιθους, όταν είναι 7 τα νερά είναι ουδέτερα και όταν είναι μεγαλύτερες του 7 είναι βασικά.
- Οι ιοντικές σχέσεις μεταξύ διαφόρων στοιχείων μας δίνουν διάφορες πληροφορίες σχετικά με τη προέλευση και ποιότητα των υπογείων νερών.
  - Mg/Ca: ανάλογα με τις τιμές που παίρνει υποδηλώνει αν τα νερά κινήθηκαν μέσα σε ανθρακικά πετρώματα και συγκεκριμένα κινήθηκαν μέσα από ασβεστόλιθους ή δολομίτες. Για τιμές από 0,5-0,7 έχουν κινηθεί μέσα σε ασβεστόλιθους, από 0,7-0,9 μέσα από δολομίτες και πάνω από 0,9 μέσα από πυριτικά πετρώματα.
  - Na/Cl: ανάλογα με τις τιμές τις σχέσεις υποδηλώνει την προέλευση του νερού. Τα φυσικά νερά έχουν τιμή 1. Για τιμές >1 τα νερά προέρχονται από υδροφόρους ορίζοντες μεταμορφωμένων πετρωμάτων και για τιμές <1 τα νερά έχουν υποστεί ποιοτικά υποβάθμιση λόγω της διείσδυσης της θάλασσας.
  - Na/K: για τιμές <10 πρόκειται για φυσικό νερό ενώ για τιμές >10 πρόκειται για θαλασσινό νερό. Επίσης δίνει πληροφορίες για την περιοχή εμπλουτισμού των υδροφόρων ( $\text{Na/K} = 15-25$ ) και το κατάντη τμήμα εμπλουτισμού τους ( $\text{Na/K} = 50-70$ ).

- $Ca+Mg/Na+K$ : για τιμές  $>1$  υποδηλώνει περιοχές εμπλουτισμού των υδροφόρων και για τιμές  $<1$  υποδηλώνει περιοχές κατάντη των ζωνών εμπλουτισμού.
- $SO_4/Cl$ : μας δίνει στοιχεία για την αλατότητα του εδάφους καθώς η τιμή μειώνεται κατά τη διεύθυνση μεταφοράς αλάτων και κατά τη διεύθυνση ροής των υπόγειων νερών.
- $C//CO_3+HCO_3$  (συντελεστής Revelle): μας δίνει στοιχεία για την προέλευση των χλωριόντων στα υπόγεια νερά και τη διείδυση του θαλασσινού νερού. Για τιμές  $<1$  δεν έχει διεισδύσει η θάλασσα, για τιμές 1-6 έχει επηρεαστεί από τη θαλάσσια ρύπανση και για τιμές  $>1$  υπάρχει έντονη θαλάσσια ρύπανση.
- Συντελεστής SAR: ο συντελεστής προσρόφησης του νατρίου εκφράζει την τάση του νατρίου να προσροφάται στις ανταλλάξιμες θέσεις κατιόντων και αυξάνει την αναλογία του κυρίως σε βάρος των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου. Ο συντελεστής SAR είναι ένα από τα κριτήρια για το αρδευτικό νερό.

#### **7.4 ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ**

Η περιοχή στην οποία διεξάγεται η διπλωματική και συγκεκριμένα η πεδινή ζώνη Μόβρης-Λαρισου, το μεγαλύτερο ποσοστό των υπόγειων νερών χαρακτηρίζονται ως ασβεστιούχα -οξυανθρακούχα ( $Ca^{2+}HCO_3^-$ ), σε λιγότερο ποσοστό νατριο- οξυανθρακούχα ( $Na^+ HCO_3^-$ ) και σε ακόμα μικρότερο ποσοστό ασβεστο-θειούχα ( $Ca^{2+}SO_4^-$ ) όπως προκύπτει από την φθίνουσα περιεκτικότητα σε ανιόντα και κατιόντα.

Στην παραλιακή ζώνη τα υπόγεια νερά είναι ποιοτικώς υποβαθμισμένα και έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε  $HSO_4$  και  $Cl^-$  γι' αυτό και χαρακτηρίζονται ως νατριο-χλωριούχα ( $Na^+Cl^-$ ) και νατριο-θειούχα ( $Na^+SO_4^-$ ).

Στη χαμηλή πεδινή και παραλιακή ζώνη του κάμπου οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας έχουν μέση τιμή 1457,5  $\mu S/cm$ . Η μέτρια προς υψηλή τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας οφείλεται στην δευτερογενή φόρτιση των νερών με άλατα. Αντίθετα στο πιο κεντρικό κομμάτι του κάμπου η ηλεκτρική αγωγιμότητα έχει μέτριες τιμές με μέση τιμή τα 774,3  $\mu S/cm$ .

Τα υπόγεια νερά στο παραλιακό τμήμα της περιοχής είναι υποβαθμισμένα λόγω υφαλμύρνησης και παρουσιάζουν μέτρια έως κακή ποσιμότητα και είναι ακατάλληλα για ύδρευση. Σε αντίθεση με τα υπόγεια νερά του κεντρικού τμήματος που υποδηλώνουν καλή τροφοδοσία και ανανέωση τους, παρουσιάζουν καλή έως

μέτρια ποσιμότητα και είναι κατάλληλα για άδρευση (**Υδρογεωλογική Μελέτη Τεχνητού Εμπλουτισμού ΒΔ Αχαΐας**).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στην περιοχή αναπτύσσεται και το υδατικό σύστημα της Καλογριάς. Το συγκεκριμένο σύστημα υπέστη ολοκληρωτική καταστροφή πανίδας μετά από δυστροφική κρίση που συντελέστηκε στις 4 Αυγούστου του 1996 στη λιμνοθάλασσα μαζί με έκλυση H<sub>2</sub>S και μείωση του PH. Το συγκεκριμένο γεγονός είναι το πέμπτο από μια σειρά φαινομένων που έχουν ξεκινήσει από το 1982 (**ΚΑΣΠΙΡΗΣ, 1996**).

Η γεωλογική ερμηνεία του φαινομένου όσον αφορά την έκλυση του H<sub>2</sub>S είναι η ενεργοποίηση δυο παράλληλων ρηγμάτων στο κεντρικό τμήμα της λιμνοθάλασσα από τα οποία εξήλθε το αέριο (**ΚΑΣΠΙΡΗΣ, 1996**).

Τον Ιούλιο του 1995 έγιναν μετρήσεις σε 11 σταθμούς και παρατηρήσεις και με βάση τα αποτελέσματα της ωκεανογραφικής μελέτης για λογαριασμό της ιχθυοτροφικής μονάδας «Παππάς» οι **θερμοκρασίες** που μετρηθήκαν στην επιφάνεια και στο πυθμένα (29,5 °C- 30,8 °C) χαρακτηρίζονται ως ιδιαίτερα ψηλές.

Οι τιμές της **αλατότητας** θεωρήθηκαν αρκετά υψηλές για την περίοδο με τις υψηλότερες τιμές να σημειώνονται στο κεντρικό τμήμα της λιμνοθάλασσας(40,4-40,6 ‰) και οι μικρότερες στο τμήμα επικοινωνίας των καναλιών με τη θάλασσα (39,2 -39,4 ‰).

Για το διαλυμένο οξυγόνο πραγματοποιήθηκαν δυο ζεύγη μετρήσεων σε επιφάνεια και πυθμένα με τις ελάχιστες τιμές να υπολογίζονται τις πρωινές ώρες και τις υψηλές τιμές τις απογευματινές ώρες. Το συμπέρασμα των μετρήσεων ήταν πως η συγκέντρωση του οξυγόνου τις απογευματινές ώρες ήταν στα όρια κορεσμού ενώ στην περιφέρεια της λιμνοθάλασσας καταγράφηκαν οι μεγαλύτερες τιμές λόγω της έντονης φωτοσύνθεσης από την υπάρχουσα βλάστηση σε αντίθεση με τις πρωινές ώρες παρατηρείται το αντίθετο ακριβώς.

Στις συγκεκριμένες περιοχές παρατηρήθηκαν και φαινόμενα αναεροβίωσης με ταυτόχρονη έκλυση βιοαερίου. Ποσοτικά στοιχεία για τα θρεπτικά συστατικά δεν υπάρχουν αλλά από τα φαινόμενα ευτροφισμού που έχουν παρατηρηθεί στις εκβολές των υδατορευμάτων δίνουν την εικόνα ότι βρίσκονται σε υψηλό ποσοστό.

## **7.5 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ**

Η Οδηγία 2006/118/ΕΚ, ορίζει τα υπόγεια ύδατα ως πολύτιμο φυσικό πόρο, που θα πρέπει να προστατεύεται από την υποβάθμιση και τη ρύπανση. Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τα οικοσυστήματα που εξαρτώνται από τα υπόγεια ύδατα, καθώς και για τη χρήση του υπόγειου νερού για ανθρώπινη κατανάλωση.

Στη συνέχεια θα γίνει μια σύγκριση μεταξύ των διάφορων υδροχημικών αποτελεσμάτων αναφερόμενοι σε μελέτες που έχουν γίνει κατά καιρούς ώστε να σχηματιστεί μια γενική εικόνα της ποιότητας των υπογείων νερών της υδρογραφικής λεκάνης του Λαρισού. Οι τιμές που θα συγκριθούν αφορούν την ηλεκτρική αγωγιμότητα, τα χλωριόντα, τα νιτρικά και τα θειικά.

Σύμφωνα με τις διατάξεις της Οδηγίας, για την αξιολόγηση της χημικής κατάστασης ενός συστήματος υπόγειων υδάτων ή μιας ομάδας συστημάτων υπόγειων υδάτων, η αρμόδια αρχή χρησιμοποιεί τους ακόλουθους ορισμούς-κριτήρια (άρθρο 3):

**Ποιοτικά Πρότυπα** υπόγειων υδάτων όπως περιγράφονται στο Παράρτημα Ι, της Οδηγίας.

**Ανώτερες Αποδεκτές Τιμές (ΑΑΤ)** για τους ρύπους, τις ομάδες ρύπων και τους δείκτες ρύπανσης όπως περιγράφονται στο Παράρτημα ΙΙ της Οδηγίας.

Ως «**Ανώτερες Αποδεκτές Τιμές**» (ΑΑΤ) ορίζονται οι ανώτερες τιμές συγκεντρώσεων ορισμένων ρύπων στα υπόγεια ύδατα λαμβάνοντας υπόψη τις φυσικές τιμές υποβάθρου, τη χρήση των νερών και την επίδραση σε επιφανειακά και χερσαία οικοσυστήματα. Ο καθορισμός των ΑΑΤ είναι απαραίτητος μόνο για εκείνα τα υπόγεια υδατικά συστήματα που από την προκαταρκτική αξιολόγηση προκύπτει ότι διατρέχουν τον κίνδυνο να μην πετύχουν καλή χημική κατάσταση και για εκείνες τις παραμέτρους για τις οποίες παρατηρούνται ή αναμένονται υπερβάσεις των ορίων ποιότητας που σχετίζονται με τις χρήσεις.

Με βάση την **Υ.Α.1811/2011** προσδιορίζονται σε εθνικό επίπεδο τα ποιοτικά πρότυπα και οι ανώτερες αποδεκτές τιμές (ΑΑΤ) για τη συγκέντρωση συγκεκριμένων ρύπων, ομάδων ρύπων ή δεικτών ρύπανσης σε υπόγεια ύδατα, σε εφαρμογή της παραγράφου 2 του Άρθρου 3 της ΚΥΑ 39626/2208/ Ε130/2009 κοινής υπουργικής απόφασης (Β' 2075).

Σύμφωνα με την Υ.Α.1811/ 2011 καθορίζονται τα ακόλουθα Ποιοτικά Πρότυπα Υπόγειων Υδάτων και οι Ανώτερες Αποδεκτές Τιμές Ρύπων Υπόγειων Υδάτων:



Ρύπος	Ποιοτικά πρότυπα
Νιτρικά άλατα	50 mg/l
Δραστικές ουσίες φυτοφαρμάκων (συμπεριλαμβάνονται αντίστοιχοι μεταβολίτες, προϊόντα αποικοδόμησης και αντιδράσεων) [1]	0,1 μg/l 0,5 μg/l (συνολικό) [2]
<p>[1] Ως «φυτοφάρμακα», νοούνται τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα και τα βιοκτόνα, όπως ορίζονται αντίστοιχα στις σχετικές διατάξεις της κείμενης εθνικής και κοινοτικής νομοθεσίας.</p> <p>[2] Ως «συνολικό», νοείται το άθροισμα όλων των επιμέρους φυτοφαρμάκων που ανιχνεύονται και προσδιορίζονται ποσοτικά κατά τη διαδικασία παρακολούθησης, συμπεριλαμβανομένων σχετικών προϊόντων μεταβολισμού, προϊόντων αποδόμησης και προϊόντων αντίδρασης.</p>	

**Πίνακας 7.5.1: Ποιοτικά Πρότυπα Υπόγειων Υδάτων (Πηγή ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ)**

Παράμετρος	Ανώτερη Αποδεκτή Τιμή
pH	6,50 – 9,50
Αγωγιμότητα	2500 μS/cm
Αρσενικό	10 μg/l
Κάδμιο	5 μg/l
Μόλυβδος	25 μg/l
Υδράργυρος	1,0 μg/l
Νικέλιο	20,0 μg/l
Ολικό χρώμιο	50,0 μg/l
Αργίλιο	200,0 μg/l
Αμμώνιο	0,50 mg/l
Νιτρώδη	0,50 mg/l
Χλωριούχα ιόντα	250 mg/l
Θειικά ιόντα	250 mg/l
Άθροισμα Τριχλωροαιθυλενίου και Τετραχλωροαιθυλενίου	10 mg/l

**Πίνακας 7.5.2: Ανώτερες Αποδεκτές Τιμές Ρύπων Υπόγειων Υδάτων (Πηγή ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ)**

Οι μελέτες των οποίων τα αποτελέσματα θα αναφερθούν παρακάτω είναι το **“ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 10 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΙΚΗΣ (ΧΗΜΙΚΗΣ) ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 02)”** (Νοέμβριος 2011, ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ), από την **“ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗΣ ΑΧΑΪΑΣ”** (ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΗ-ΞΕΝΟΦΩΝ ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ , 2002).

Σύμφωνα με το **“ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 10 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΙΚΗΣ (ΧΗΜΙΚΗΣ) ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΥΔ 02)”** (Νοέμβριος 2011, ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ), για το υπόγειο υδατικό σύστημα του ποταμού Λαρισσού με κωδικό GR0200090 , το οποίο αναπτύσσεται μέσα σε Τεταρτογενείς και Νεογενείς αποθέσεις υπάρχουν ορισμένες χημικές αναλύσεις που πραγματοποίησε το ΙΓΜΕ το 2004-2008 σε 8 σημεία. Για τα 8 αυτά σημεία δειγματοληψίας υπολογίσθηκε ο μέσος όρος της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, των χλωριόντων , των νιτρικών και των θειικών οι τιμές των οποίων είναι : **E.C.** 1037,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  , **Cl** 127.16 mg/lit , **NO<sub>3</sub>**- 21.76 mg/lit, **SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>** 116.14 mg/lit.

Παρατηρείται μια απόκλιση στις συγκεντρώσεις των θειικών , των νιτρικών και των χλωριόντων από τις **επιτρεπόμενες τιμές** και οφείλεται η μεν αύξηση των νιτρικών στην έντονη αγροτική δραστηριότητα και την αύξηση των λιπασμάτων και η δε απόκλιση των χλωριόντων και των θειικών στην υφαλμύριση του συστήματος καθώς πολλά σημεία έχουν φτάσει σε απόλυτο αρνητικό υψόμετρο από την υπεράντληση των υπόγειων συστημάτων.

Στο υπόγειο υδατικό σύστημα GR0200090 έχει διαγνωστεί τάση ρύπανσης και τα υπόγεια νερά βρίσκονται σε κακή χημική κατάσταση καθώς εντοπίζονται σημειακές εστίες ρύπανσης, έντονη αγροτική δραστηριότητα και οικιστική ανάπτυξη ( Εικόνα 7.1).

Σύμφωνα με την **«ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗΣ ΑΧΑΪΑΣ»** ( ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΗ-ΞΕΝΟΦΩΝ ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ , 2002), πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες και χημικές αναλύσεις την περίοδο χαμηλής στάθμης των υπογείων νερών (Οκτώβριος 1999 και Οκτώβριος 2000)και την περίοδο υψηλής στάθμης των νερών (Μάιος 2000 και Μάιος 2001)(Πίνακας 7.5.3).

	<b>E.C.</b> <b>μS/cm</b>	<b>Cl<sup>-</sup></b> <b>mg/lit</b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup></b> <b>mg/lit</b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b> <b>mg/lit</b>
<b>Οκτώβριος 1999</b>	1338.0	150.3	213.5	60.9
<b>Οκτώβριος 2000</b>	1457.5	182.3	220.2	93.2
<b>Μάιος 2000</b>	1548.8	223.7	176.7	48.2
<b>Μάιος 2001</b>	1513.5	198.1	199.2	60.3

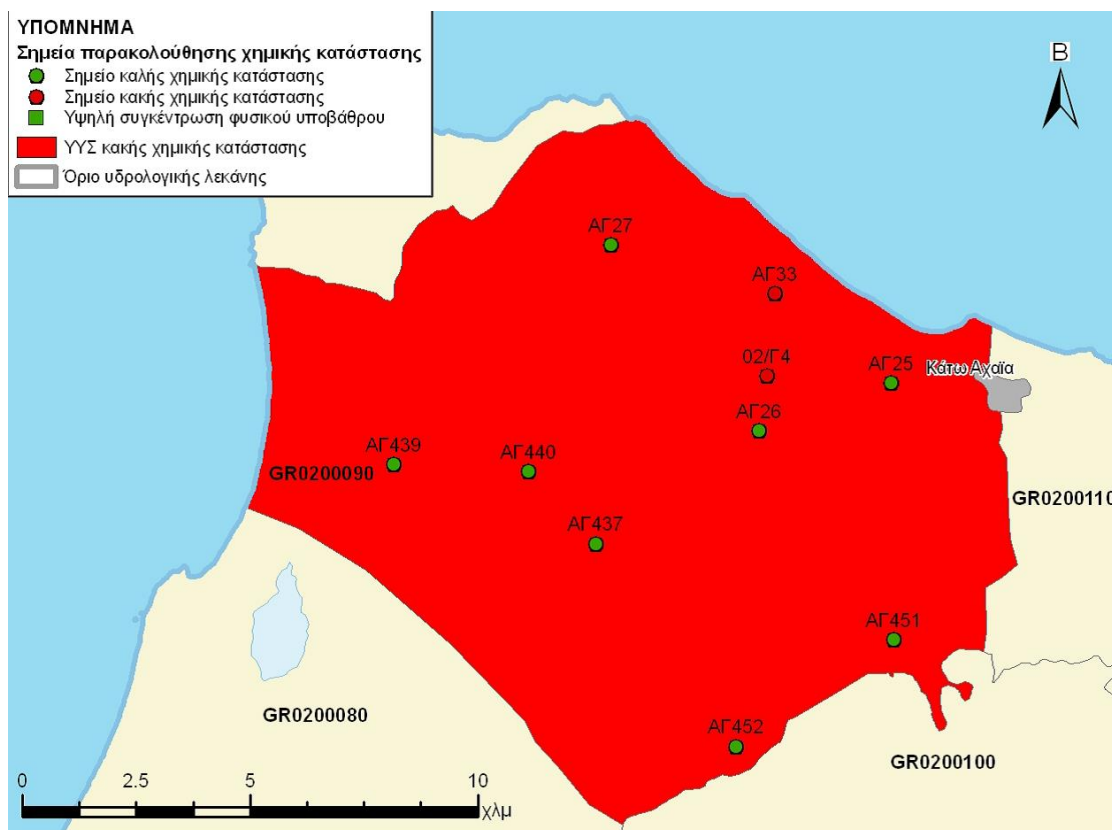
**Πίνακας 7.5.3: Υδροχημικά αποτελέσματα**

Στην χαμηλή πεδινή-παραλιακή ζώνη του κάμπου Μόβρης- Λαρισού τον Οκτώβριο του 1999 η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι 1338.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , τα  $\text{Cl}^-$  είναι 150,3  $\text{mg}/\text{lt}$ , τα  $\text{NO}_3^-$  είναι 60,9  $\text{mg}/\text{lt}$  και τα  $\text{SO}_4^{2-}$  είναι 23,5  $\text{mg}/\text{lt}$  ενώ τον Οκτώβριο του 2000 η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι 1457,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , τα  $\text{Cl}^-$  είναι 182,3  $\text{mg}/\text{lt}$ , τα  $\text{NO}_3^-$  είναι 93,2  $\text{mg}/\text{lt}$  και τα  $\text{SO}_4^{2-}$  είναι 220,2  $\text{mg}/\text{lt}$ . Παρατηρείται ότι τον Οκτώβριο του 2000 οι τιμές των υδροχημικών παραμέτρων είναι αυξημένες σε σχέση με τον Οκτώβριο του 1999 και αυτό υποδηλώνει υπόγεια νερά με δευτερογενή υποβάθμιση κυρίως από την υφαλμύριση που υφίστανται.

Για την περίοδο υψηλής στάθμης τον Μάιο του 2000 η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι 1548,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , τα  $\text{Cl}^-$  είναι 223,7  $\text{mg}/\text{lt}$ , τα  $\text{NO}_3^-$  είναι 48,2  $\text{mg}/\text{lt}$  και τα  $\text{SO}_4^{2-}$  είναι 176,7  $\text{mg}/\text{lt}$  ενώ τον Μάιο του 2001 η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι 1513,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , τα  $\text{Cl}^-$  είναι 198,1  $\text{mg}/\text{lt}$ , τα  $\text{NO}_3^-$  είναι 60,3  $\text{mg}/\text{lt}$  και τα  $\text{SO}_4^{2-}$  είναι 199,2  $\text{mg}/\text{lt}$ . Παρατηρείται ότι οι τιμές των υδροχημικών παραμέτρων το Μάιο του 2000 είναι πιο αυξημένες σε σχέση με τον Μάιο του 2001 και το συμπέρασμα παραμένει το ίδιο με την περίοδο της χαμηλής στάθμης ότι δηλαδή πρόκειται για υπόγεια νερά τα οποία η υφαλμύριση τα υποβιβάζει δευτερογενώς.

Και στις δύο έρευνες παρατηρήθηκαν αυξημένες ποσότητες στα νιτρικά. Η νιτρική ρίζα προέρχεται από αζωτούχες ενώσεις μέσω της διαδικασίας της αζωτοποίησης και της αμμωνιοποίησης. Οι διαδικασίες αυτές πραγματοποιούνται πάνω από τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα, στην εδαφική ζώνη, που υπάρχει αφθονία οργανικών υλικών και οξυγόνο. Η νιτρική ρίζα παρουσιάζει ιδιαίτερη κινητικότητα στα υπόγεια νερά γι αυτό και είναι ο πιο διαδεδομένος ρυπαντής στα

υπόγεια νερά. Η μεγάλη εξάπλωση του οφείλεται στην υπόγεια και επιφανειακά απόρριψη οικιστικών λιπασμάτων αλλά και αγροτικών νιτρικών λιπασμάτων.



Εικόνα 7.1: Χημική κατάσταση υδατικού συστήματος ποταμού Λαρισού (Πηγή Γενική Γραμματεία Υδάτων)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

#### 8.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η περιοχή στην οποία διεξάγεται η παρούσα διπλωματική χαρακτηρίζεται κυρίως από Νεογενείς αποθέσεις και Τεταρτογενείς με τοπικές εμφανίσεις των αλπικών σχηματισμών της Ιόνιας ενότητας.

- Το βασικό μορφολογικό της πεδινής ζώνης είναι η υδρολογική λεκάνη του Λαρισού με έκταση 2,4323 km<sup>2</sup> και η ανάπτυξη τριών λιμνοθαλασσών, της Καλογριάς, του Προκόπου και της Λάμιας. Κατά μήκος της παραλιακής ζώνης εξαπλώνεται το δάσος της Στροφυλιάς με σημαντική οικολογική σημασία για το οικοσύστημα της περιοχής.

- Οι Πλειοτεταρτογενείς αποθέσεις αποτελούνται από εναλλαγές υδροπερατών, ημιπερατών και υδροστεγανών σχηματισμών. Η υπόγεια υδροφορία στην περιοχή εμφανίζεται στους προσχωματικούς σχηματισμούς. Δηλαδή στις υδροπερατές φάσεις των Τεταρτογενών και Νεογενών αποθέσεων. Λόγω της λιθοστρωματογραφικής ανομοιομορφίας, αναπτύσσεται υπόγεια υδροφορία με τη μορφή επάλληλων υπό πίεση ή μερικών υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων. Η τροφοδοσία των υδροφόρων οριζόντων γίνεται κατά κύριο λόγο από την απευθείας κατείδυση των νερών της βροχής κυρίως διαμέσου των υπερκείμενων τεταρτογενών αποθέσεων και από τις κοίτες του δικτύου ρευμάτων.

- Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας έγινε η απογραφή 10 υδρογεωτρήσεων με βάθος από 45,00-200,00 m, στις οποίες πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στάθμης. Η μέγιστη πιεζομετρική στάθμη εντοπίστηκε στα 111,6 m και η ελάχιστη στα -4,8 m. Από τις 10 γεωτρήσεις οι 4 χρησιμοποιούνται για άρδευση. Οι 5 είναι εγκαταλελειμμένες και η μια παραμένει ανεκμετάλλευτη.

- Με βάση τα υφιστάμενα στοιχεία ποιότητας των υπόγειων υδάτων, στην περιοχή έρευνας εντοπίζονται υψηλές συγκεντρώσεις θειικών ιόντων, νιτρικών ιόντων και χλωριόντων που οφείλονται, τα μεν νιτρικά στην έντονη αγροτική δραστηριότητα και την αύξηση των λιπασμάτων και τα χλωριόντα και θειικά στην υπαλμύριση λόγω υπεράντλησης των υπόγειων υδροφόρων.

Τα υπόγεια και τα επιφανειακά νερά αποτελούν βασικό στοιχείο του φυσικού περιβάλλοντος στο οποίο ζει ο άνθρωπος. Το νερό δεν είναι ένας απλός φυσικός πόρος αλλά είναι και πρέπει να αντιμετωπίζεται σαν κοινωνικό αγαθό.

Η αλλοίωση και υποβάθμιση της φυσικής ποιότητας των νερών, δηλαδή η μόλυνση και η ρύπανση τους, οφείλεται στις περισσότερες περιπτώσεις και στο μεγαλύτερο μέρος σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Από τις δραστηριότητες που αποτελούν τις κυριότερες πηγές ρύπανσης των νερών είναι:

- Αστικής και οικιακής προέλευσης, με στερεά και υγρά απόβλητα όπως λύματα, απορρίμματα κ.ά.
- Γεωργο-κτηνοτροφικής προέλευσης με περισσεύματα (υπερβολική χρήση) εδαφοβελτιωτικών και φυτοφαρμάκων και επιστροφές νερών άρδευσης καθώς και κτηνοτροφικά απόβλητα.
- Βιομηχανικής-βιοτεχνικής προέλευσης με απόβλητα κάθε τύπου, βαριά μέταλλα, ορυκτέλαια κλπ.

Για την προστασία της φυσικής ποιότητας του υδατικού δυναμικού της περιοχής και ειδικότερα για την προστασία των έργων και των πηγών υδροληψίας πρέπει να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα ώστε να εξασφαλισθεί η διατήρηση της ποιότητας των νερών.

## **8.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

Ο σωστός σχεδιασμός για τη διαχείριση των υδατικών πόρων αποσκοπεί στη βέλτιστη χρήση, ανάπτυξη και διατήρησή τους. Το διαθέσιμο υδατικό δυναμικό αποτελεί το βασικότερο περιορισμό των δυνατοτήτων ανάπτυξης μιας περιοχής.

Μείωση του υδατικού δυναμικού σημαίνει μείωση των αξιοποιήσιμων ποσοτήτων φυσικού νερού. Η μείωση αυτή αποδίδεται κυρίως στη μείωση των βροχοπτώσεων, στην περιθωριοποίηση μεγάλων ποσοτήτων νερού λόγω μόλυνσης – ρύπανσης, στην υπερκατανάλωση και σπατάλη του νερού κλπ. Τα παραπάνω είναι, κατά κύριο λόγο, αποτέλεσμα της κακής διαχείρισης των υδατικών πόρων και της έλλειψης σωστού και μακρόχρονου σχεδιασμού.

Οι ανάγκες για νερό αυξάνονται συνεχώς και στο μέλλον θα αυξάνονται περισσότερο και κατ' αντιστοιχία τα προβλήματα εξασφάλισης νερού θα οξυνθούν

περισσότερο αν τουλάχιστον δεν αλλάξει ουσιαστικά η συνολική πολιτική αντιμετώπισης των υδατικών πόρων.

Η ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων πρέπει να έχει σαν στόχο αφ' ενός την ικανοποίηση των αναγκών για τις διάφορες χρήσεις νερού και αφ' ετέρου τη διατήρηση της φυσικής ισορροπίας κάτω από οποιοσδήποτε συνθήκες. Η επιτυχής διαχείριση στηρίζεται στη δημιουργία κατάλληλης υποδομής και σε συντονισμένες προσπάθειες στη βάση μακρόχρονου σχεδιασμού.

Κακή εκτίμηση των υδατικών αποθεμάτων και των δυνατοτήτων αξιοποίησής τους έχει σαν αποτέλεσμα την ατελή εκμετάλλευσή τους ή την αστοχία πιθανών έργων. Η συλλογή των υδρολογικών και υδρογεωλογικών πληροφοριών πρέπει να βασισθεί σε ένα σωστά σχεδιασμένο και οργανωμένο μετρικό δίκτυο με υψηλό βαθμό αξιοπιστίας.

Η κατανάλωση του νερού πρέπει να προσδιορισθεί με την καλύτερη δυνατή αξιοπιστία και να κατανεμηθεί στις διάφορες χρήσεις. Οι μελλοντικές απαιτήσεις πρέπει να βασισθούν στην εξέλιξη των δραστηριοτήτων σύμφωνα με τα κοινωνικο – οικονομικά και αναπτυξιακά δεδομένα.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **ΔΙΕΘΝΗΣ:**

**Aubouin J. & Decourt J., (1962).** Zone preapulienne, zone Ionienne et Zone du Gavrovo au Peloponnese Occidentale, 785-794.

**Aubouin J., (1958).** A propos de la serie Adriatico- Ionniene. Esse de corelation stratigrafique en Epirw. Ann.Geol. De Pays Hell. IX, 1711-1783.

**Davis E., (1957).** Les foraminiferes neogenes d' Elide (Peloponnese). Ann. Geol. De Pays Hell. VIII, 263-268.

**Dercourt J., (1964).** Contribution a l' 'etude geologique d' un secteur du Peloponnese septentrional. Ann. Geol. De Pays Hell., XV, 418.

**Decourt J., Flery J. J., Tsoflias P., (1972).** Mouvements tagentiels dans la zone autochtone de Gavrovo- Tripolitza eu Peloponnese nord occidental ( Achaie, Grece). C. R. Acad. Sc. V 276, 472-476.

**Doutsos T. Kontopoulos N & Frydas P., (1987).** Neotectonic evolution of northwestern-continental Greece. Geol. Rundsc. 76/2, 433- 450.

**Drever J., (1982).** The geochemistry of natural waters. Prentice Hall. Inc., N.J., p 338.

**Foldyna J. (1960).** Photogeological study of North West part of Peloponnese. Ann. Geol. De Pays Hell., XI, 285-292.

**Kelletat D., Kowalczyk G., Lagios E., (1985).** Neotectonics in the Peloponnesian Coastal Regions. Z. dtsh. Geol. Ges., 127.

**Mariolakos I., Papanikolaou D., and Lagios E., (1985).** A neotectonic geodynamic model of Peloponnese based on metamorphotectonics, repated gravity measurements and seismicity, Geol. Jb, B 50, 3-17.

**Savoyat E., (1977).** La zone Ionienne. Bull. Geol. France 7e serie VXIX, N. 1, 10-20.

**Struckmier W., Margat J., (1995).** Hydrogeological Maps. A guide and a Standard Legend. International Association of Hydrogeologists. Volume 17 Verlag p.p. 177.



**Underhill J., (1984).** Neogene and Quaternary tectonics and sedimentation in Western Greece. Thesis Phd. Univ. De nice.

#### **ΕΛΛΗΝΙΚΗ:**

**Βουδούρης Κ., (1995).** Υδρογεωλογικές συνθήκες του ΒΔ τμήματος του νομού Αχαΐας. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών.

**Βουδούρης Κ., (2009).** Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος υπόγεια νερά και Περιβάλλον, σελ. 73-179.

**Δημόπουλος Γ., Πάτρας Δ., (1989).** Υδρογεωλογικές και υδροχημικές έρευνες στην περιοχή των Λουτρών Κυλλήνης ( Δ. Πελοπόννησος). Δελτίο Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., XXII/3 σελ. 37-47.

**Ζηληλίδης Α., Κοντόπουλος Ν., Δούτσος., (1986).** Γεωτομή στο Νεογενές και Τεταρτογενές της ΝΔ Πελοποννήσου. Πρακτικά 3<sup>ου</sup> Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας.

**Καλλέργης Γ., (2000).** Εφαρμοσμένη Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία Τόμος Α και Β. Έκδοση Τεχνητού Επιμελητηρίου Ελλάδας, σελ. 51-121.

**Καμπέρης Ε., (1982).** Γεωλογική χαρτογράφηση ΒΔ Πελοποννήσου. Έκθεση ΔΕΠ, σελ 12.

**Καμπέρης Ε., (1987).** Γεωλογική και πετρελαιογεωλογική μελέτη ΒΔ Πελοποννήσου. Διδακτορική διατριβή ΕΜΠ, σελ 143.

**Καντάς Κ., (1985).** Η ρύπανσή και μόλυνση των υπόγειων νερών. Καταστάσεις που έχουν δημιουργηθεί στη Πελοπόννησο, Δυτική Στερεά Ελλάδα και νησιά. Πρακτικά 1<sup>ου</sup> Γεωλογικού Συνεδρίου ΣΕΓ, Τόμος Β.

**Λέκκας Σ., (1984).** Μαθήματα Υδρογεωλογίας, ΕΚΠΑ.

**Λέκκας Σ., Αλεξόπουλος Α., (2005).** Εισαγωγή στην υδρογεωλογία. ΕΚΠΑ.

**Μαριολάκος Η., (1975).** Σκέψεις και απόψεις επί ορισμένων προβλημάτων της γεωλογικής και τεκτονικής δομής της Πελοποννήσου. Ann. Geol. Pays Hell. XXVI, pg 213-215.

**Μουντράκης Δ., (1985).** Γεωλογία Ελλάδας. Θεσσαλονίκη, σελ. 157-170.

**Νίκας Δ., (1985).** Υδρογεωλογικές Συνθήκες ΒΔ τμήματος Νομού Αχαΐας. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.

**Παπανικολάου Δ., (1986).** Γεωλογία Ελλάδας. ΕΚΠΑ.

**Σταματόπουλος Λ., Κοντόπουλος Ν., (1998).** Άνω Πλειστοκαινικές φασικές ακολουθίες στη Δ, Πελοπόννησο (Ελλάδα): Μια ανταπόκριση σε σχέση με την αλλαγή της στάθμης της θάλασσας. Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Διεθνούς Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας. Πάτρα.

**Σταυρόπουλος Ξ., (1992).** Υδρογεωλογικές συνθήκες ευρείας περιοχής Κ Αχαΐας- Μανωλάδας (ΒΔ Πελοπόννησος). Διδακτορική διατριβή. ΕΜΠ.

**Σταυρόπουλος Ξ., (2002).** Υδρογεωλογική μελέτη τεχνητού εμπλουτισμού ΝΔ Αχαΐας.

**Στουρνάρας Γ., (2007).** Νερό. Περιβαλλοντική Διάσταση και Διαδρομή. Αθήνα. Εκδόσεις Τζιόλα.

**Τσελίκια Ι., (2010).** Περιβαλλοντική- Υδρογεωλογική μελέτη της πεδινής ζώνης της ΒΔ Πελοποννήσου με τη χρήση υδροχημικών μεθόδων. Μεταπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών.

**Τσόφλιας Π. (1970).** Γεωλογική κατασκευή του βορειότερου τμήματος της Πελοποννήσου (Νομός Αχαΐας). Ann. Geol. Pays Hell. XXI. 554-651.

**Τσόφλιας Π. (1977).** Νέα Μανωλάς. Γεωλ. Χάρτες Ελλάδας 1:50000 ΙΓΜΕ.

**Υπουργείο Περιβάλλοντος- Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, (2011).** Αξιολόγηση και ταξινόμηση της ποιοτικής (χημικής) και ποσοτικής κατάστασης των υπόγειων υδατικών συστημάτων (Υ.Δ 02). Ενδιάμεση Φάση. Παραδοτέο 10. Ειδική Γραμματεία Υδάτων.

**Υπουργείο Περιβάλλοντος- Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, (2013).** Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Βόρειας Πελοποννήσου. Αθήνα. Ειδική Γραμματεία Υδάτων.

**Χριστοδούλου Γ., (1971).** Περι νεογενών αποθέσεων της περιοχής Κυλλήνης (ΒΔ Πελοπόννησος). ΙΓΕΥ. Ειδ. Μελ. σελ. 60.

**Ψαριανός Π., (1951).** Αι πλειοκαινικά αποθέσεις της Αχαΐας. Ann. Geol. Pays Hell. III, pg 193-214.